

**ІНСТИТУТ ЗРОШУВАНОВОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА  
НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ**

**ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
«ХЕРСОНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»  
МІНІСТЕРСТВА ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

Кваліфікаційна наукова  
праця на правах рукопису

**ЮЗЮК СЕРГІЙ МИКОЛАЙОВИЧ**

УДК: 631.6:635.25:631.8 (477.72)

**ДИСЕРТАЦІЯ**  
**ПРОДУКТИВНІСТЬ КАРТОПЛІ НА КРАПЛИННОМУ ЗРОШЕННІ ЗА**  
**РІЗНИХ УМОВ ЗВОЛОЖЕННЯ ТА СПОСОБІВ УДОБРЕННЯ НА**  
**ПІВДНІ УКРАЇНИ**

06.01.02 «Сільськогосподарські меліорації»  
(сільськогосподарські науки)

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата  
сільськогосподарських наук

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,  
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

\_\_\_\_\_ С.М. Юзюк

Науковий керівник: Балашова Галина Станіславівна  
доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник

Херсон – 2018

## АНОТАЦІЯ

**Юзюк С.М. Продуктивність картоплі на краплинному зрошенні за різних умов зволоження та способів удобрення на півдні України. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.**

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук за спеціальністю 06.01.02 «Сільськогосподарські меліорації». – Інститут зрошувального землеробства НААН України, Херсон, 2018.

В Україні набувають розповсюдження нові технології поливу картоплі, зокрема краплинне зрошення. Попередні дослідження та досвід вирощування картоплі в Степу належать, в основному, до умов застосування традиційних способів поливу. Тому дослідження з вивчення поливного режиму в комплексі з удобренням, його впливу на процеси росту та розвитку рослин картоплі, формування врожаю, економічної та енергетичної ефективності вирощування картоплі в умовах Степу України за використання краплинного зрошення є досить актуальним.

Метою дослідження було встановлення особливостей водоспоживання, ростових та продукційних процесів картоплі залежно від елементів технологічного процесу вирощування за краплинного зрошення в умовах півдня України. Польові та лабораторні дослідження проводили протягом 2013-2015 рр. в Інституті зрошувального землеробства НААН України; дослід закладався методом розщеплених ділянок, ділянки першого порядку мали посадкову площу 98 м<sup>2</sup>, облікову – 49 м<sup>2</sup>, другого – 14 і 7 м<sup>2</sup>, чотирирядкові. Повторність чотириразова, площа живлення 70x25 см. Агротехніку у досліді застосовували згідно з розробленими Інститутом зрошувального землеробства НААН рекомендаціями з вирощування картоплі на зрошуваних землях за виключенням факторів, що вивчалися.

Вперше для умов півдня України встановлено особливості процесів водоспоживання, росту, розвитку, фотосинтетичної діяльності та динаміки накопичення врожаю бульб рослинами картоплі за краплинного зрошення

залежно від умов зволоження та способів внесення добрив. Визначено економічну та енергетичну ефективність розроблених елементів технології вирощування картоплі за умов краплинного зрошення на півдні України.

Удосконалено окремі елементи технологічного процесу вирощування картоплі за краплинного зрошення в умовах півдня України. Результати досліджень дали можливість запропонувати науково обґрунтовані рекомендації з технології вирощування картоплі на краплинному зрошенні в умовах півдня України; визначено оптимальний спосіб внесення добрив та умови зволоження ґрунту, які забезпечують високу врожайність за економії матеріальних і трудових ресурсів.

В дисертаційній роботі наведено результати досліджень з встановлення максимальної продуктивності картоплі сорту Кобза залежно від глибини розрахункового шару зволоження 0,2; 0,4 та 0,6 м та способу внесення мінеральних добрив  $N_{60}P_{60}K_{60}$  і розрахункової дози на отримання 35 т/га врожаю – локально в гребінь при садінні та з поливною водою.

Сумарне водоспоживання картоплі за вирощування на краплинному зрошенні формувалося на 45,3-58,0% за рахунок поливної води, частка атмосферних опадів склала 37,1-46,1%, ґрунтової вологи – 2,9-14,5%, залежно від метеорологічних умов року та розрахункового шару зволоження. Максимальне сумарне водоспоживання – 3534 м<sup>3</sup>/га забезпечило зволоження 0,6 м шару ґрунту. Локальне внесення мінеральних добрив у дозі  $N_{60}P_{60}K_{60}$  в гребінь при садінні за таких же умов вологозабезпечення формувало мінімальний коефіцієнт водоспоживання – 99 м<sup>3</sup>/т.

Максимальний вміст азоту на початку вегетації спостерігався у верхньому шарі ґрунту 0-30 см у варіантах із локальним застосуванням розрахункової дози добрив – 96,8; у фазу цвітіння – у варіантах з розрахунковою дозою добрив з поливною водою – 88,5 мг/кг ґрунту. Максимальний вміст рухомого фосфору та обмінного калію відмічений у фазу сходів при внесенні  $N_{60}P_{60}K_{60}$  локально (93 і 410) та у фазу цвітіння при застосуванні  $N_{60}P_{60}K_{60}$  з поливною водою – 88,9 та 400 мг/кг.

Польова схожість картоплі у досліді сформувалась на високому рівні - 92,8-97,1%, незалежно від досліджуваних факторів. Кількість стебел на кущ у всіх варіантах була майже однаковою, середня по досліді – 2,4 шт./кущ. Внесення  $N_{60}P_{60}K_{60}$  та розрахункової дози добрив локально збільшило даний показник лише на 1,4 %. Оптимальну висоту рослини картоплі мали при зволоженні шару ґрунту 0,6 м – 69,9-77,3 см, зменшення глибини зволоження спричинило зниження висоти картоплі на 5,3-8,5 см.

Найбільша площа листя під час бутонізації та цвітіння відмічена у варіанті із внесенням  $N_{60}P_{60}K_{60}$  локально на фоні зволоження шару 0,6 м – 28,2 та 40,2 тис.  $m^2/га$ . Внесення  $N_{60}P_{60}K_{60}$  локально підвищило чисту продуктивність фотосинтезу на 24% на фоні зволоження 0,6 м. В цьому ж варіанті отримано максимальне значення фотосинтетичного потенціалу 4,3 млн  $m^2 \times$  добу/га, що на 51,7% більше від контролю.

В середньому за 2013-15 рр. при збиранні картоплі за біологічної стиглості бульб максимальну врожайність отримано при використанні локального внесення мінеральних добрив у дозі  $N_{60}P_{60}K_{60}$  на фоні зволоження шару ґрунту 0,6 м – 35,81 т/га при кількості бульб під кущем 6,3 шт. За такого способу удобрення вміст сухої речовини у бульбах картоплі підвищився на 3,3-3,9 %, залежно від умов зволоження, кількість крохмалю зросла в середньому на 1,7 %. Кількість накопичених у бульбах нітратів не перевищувала гранично допустимої норми.

Найменшу собівартість (1,345 тис. грн/т продукції), максимальний чистий прибуток (77,160 тис. грн/га) та приріст енергії – 66,30 ГДж/га отримано за умов зволоження 0,6 м шару ґрунту та локальному внесенні  $N_{60}P_{60}K_{60}$ . В даному варіанті рівень рентабельності склав 160%, коефіцієнт енергетичної ефективності – 2,24.

**Ключові слова:** картопля, краплинне зрошення, умови зволоження, спосіб внесення добрив, сумарне водоспоживання, продуктивність фотосинтезу, урожайність, економічна оцінка, енергетична ефективність.

## ANNOTATION

***Yuzyuk S.N.* Productivity of potato on drip irrigation under different conditions of moistening and methods of fertilization in the south of Ukraine. - Qualification scientific work as a manuscript.**

Thesis for the degree of candidate of agricultural sciences in specialty 06.01.02 "Agricultural melioration". - Institute of Irrigated Agriculture, NAAS of Ukraine, Kherson, 2018.

In Ukraine new technologies of potato watering, in particular drip irrigation, are spreading. Previous studies and experience of growing potato in the Steppe refer mainly to the conditions of application of traditional irrigation methods. Therefore, studies on the irrigation regime in combination with fertilizing, its influence on the growth and development of potato plants, the formation of crops, the economic and energy efficiency of growing potato under the conditions of the Steppe of Ukraine with the use of drip irrigation are very relevant.

The purpose of the study was to determine the characteristics of water consumption, growth and production processes of potato, depending on the elements of the technological process of cultivation under drip irrigation in the southern Ukraine. Field and laboratory studies were conducted during 2013-2015 at the Institute of Irrigated Agriculture of the NAAS; experiment was laid by the method of split plot, first-order plots had a landing area of 98 m<sup>2</sup>, accounting - 49 m<sup>2</sup>, the second - 14 and 7 m<sup>2</sup>, four-row. Repeatability fourfold, feeding area 70x25 cm. Agrotechnic was used in the experiment in accordance with the recommendations developed by the Institute of Irrigated Agriculture of the NAAS on the cultivation of potato on irrigated lands, with the exception of the factors that were studied.

The features of water consumption, growth, development, photosynthetic activity and dynamic of potato tubers accumulation on drip irrigation are determined for the first time for the conditions of the south of Ukraine, depending on moistening conditions and methods of fertilizer application.

The economic and energy efficiency of the developed elements of potato

growing technology in conditions of drip irrigation in the south of Ukraine is determined.

Some elements of the technological process of potato growing on drip irrigation in the conditions of the south of Ukraine are improved. The results of the research made it possible to propose scientifically grounded recommendations on the technology of growing potato on drip irrigation in the conditions of the south of Ukraine; the optimal method of fertilizing and soil moistening conditions are determined, which ensure high yields while saving material and labor resources.

In the dissertation work results of researches on an establishment of the maximum productivity of a potato variety Kobza are resulted depending on depth of the calculated layer of humidification 0,2; 0,4 and 0,6 m and the method of introducing mineral fertilizers  $N_{60}P_{60}K_{60}$  and the calculated dose for obtaining 35 t/ha of harvest - locally in the crest when planting and with irrigation water.

The total water consumption of potato during cultivation on drip irrigation was formed by 45.3-58.0% due to irrigation water, the proportion of atmospheric precipitation was 37.1-46.1%, soil moisture - 2.9-14.5%, depending on meteorological conditions of the year and the calculated layer of humidification. The maximum total water consumption - 3534 m<sup>3</sup>/ha ensured the humidification of 0.6 m of the soil layer. Local application of mineral fertilizers in a dose of  $N_{60}P_{60}K_{60}$  to the crest when planting on the same conditions of moisture supply formed the minimum coefficient of water consumption - 99 m<sup>3</sup>/t.

The maximum nitrogen content at the beginning of vegetation was observed in the upper soil layer of 0-30 cm in variants with a local application of the calculated dose of fertilizers - 9.68; in the flowering phase - in variants with a calculated dose of fertilizers with irrigation water - 8.85 mg/100 g of soil.

The maximum content of mobile phosphorus and exchangeable potassium was noted in the germination phase when  $N_{60}P_{60}K_{60}$  was applied locally (9,30 and 41) and in the flowering phase when  $N_{60}P_{60}K_{60}$  with irrigation water was applied - 8.89 and 40 mg/100 g.

Field germination of potato in the experiment was formed at a high level -

92.8-97.1%, regardless of the factors studied. The number of stems per bush in all variants was almost the same, in average in experiment was 2.4 pcs./bush. The introduction of  $N_{60}P_{60}K_{60}$  and the calculated dose of fertilizers locally increased this indicator only by 1.4%. The optimum height of the potato plant was when the 0.6 m soil layer moistened - 69.9-77.3 cm, and a decrease in the depth of moistening led to a decrease in the potato height by 5.3-8.5 cm.

The largest leaves area during budding and flowering was noted in the variant with application of  $N_{60}P_{60}K_{60}$  locally against the background of the moistening of the 0.6 m layer - 28.2 and 40.2 thousand  $m^2/ha$ . The introduction of  $N_{60}P_{60}K_{60}$  locally increased the net productivity of photosynthesis on 24% against humidification background of 0.6 m. In the same variant, the maximum value of the photosynthetic potential was 43 mln  $m^2 \times day/ha$ , which is on 51.7% more then control.

On an average for 2013-15 the maximum yield of biological ripeness potato tubers was obtained by using a local application of mineral fertilizers in a dose of  $N_{60}P_{60}K_{60}$  against humidification of the soil layer 0.6 m - 35.81 t / ha with the number of tubers under the bush 6,3 pcs. With this method of fertilization, the dry substance content in potato tubers increased by 3.3-3.9%, depending on moistening conditions, the amount of starch increased by an average of 1.7%. The amount of nitrate accumulated in tubers did not exceed the maximum allowable norm.

The lowest prime cost (1,345 thousand UAH/t of products), the maximum net profit (77,160 thousand UAH/ha) and the increasing of energy - 66,30 GJ/ha was obtained in the conditions of humidifying 0,6 m of soil layer and local application of  $N_{60}P_{60}K_{60}$ . In this variant, the level of profitability was 160%, the coefficient of energy efficiency - 2.24.

**Key words:** potato, drip irrigation, moistening conditions, fertilizer application method, total water consumption, productivity of photosynthesis, yield, economic evaluation, energy efficiency.

## СПИСОК ПРАЦЬ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

### *Статті у наукових фахових виданнях України*

1. Балашова Г. С., Юзюк С. М. Ріст та розвиток картоплі на краплинному зрошенні за різних способів внесення добрив в умовах Південного Степу. *Зрошуване землеробство*. Херсон, 2016. Вип. 65. С. 26–29. (Автором дисертації проведено польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено статтю до друку).

2. Балашова Г. С., Юзюк С. М. Продуктивність картоплі на півдні України залежно від умов зволоження та способів внесення добрив за краплинного зрошення. *Таврійський науковий вісник: Науковий журнал*. Херсон, 2016. Вип. 96. С. 10–16. Грінь Д. С. (Автором дисертації проведено польові дослідження, отримано експериментальні дані, аналіз літературних джерел, підготовлено статтю до друку).

3. Балашова Г. С., Юзюк С. М. Формування врожаю картоплі на півдні України за краплинного зрошення. *Зрошуване землеробство*. Херсон, 2016. Вип. 66. С. 124–127. (Автором дисертації проведено польові дослідження, отримано експериментальні дані, аналіз літературних джерел, підготовлено статтю до друку).

4. Балашова Г. С., Черниченко І. І., Юзюк С. М. Фотосинтетична діяльність рослин картоплі за вирощування на краплинному зрошенні в умовах півдня України. *Таврійський науковий вісник: Науковий журнал*. Херсон, 2018. Вип. 100. С. 236–242. (Автором дисертації проведено польові дослідження, отримано експериментальні дані, їх математичну обробку й узагальнення одержаних даних, побудована статистична модель, аналіз літературних джерел, підготовлено статтю до друку).

### *Стаття у науковому фаховому виданні України,*

### *включеного до міжнародних наукометричних баз даних*

5. Лавриненко Ю. О., Балашова Г. С., Юзюк С. М. Продуктивність картоплі за краплинного зрошення в умовах півдня України. *Наукові доповіді*



*Національного університету біоресурсів і природокористування України : електрон. наук. фаховий журнал. Київ. 2016. № 6. URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidy/article/view/7547> (Автором дисертації проведено польові дослідження, отримано експериментальні дані, аналіз літературних джерел, підготовлено статтю до друку).*

#### **Стаття у науковому виданні іншої держави**

6. Балашова Г. С., Юзюк С. Н. Использование капельного орошения для выращивания картофеля в условиях юга Украины. *Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: научно–практ. журнал ФГБНУ «РосНИИПМ»*. Новочеркасск, 2016. Вып. № 3(63). С. 119–123. (Автором дисертації проведено польові дослідження, отримано експериментальні дані, аналіз літературних джерел, підготовлено статтю до друку).

#### **Матеріали та тези наукових конференцій**

7. Юзюк С. М. Основні аспекти продуктивного вирощування картоплі в Степу України. *Ефективне ведення землеробства в Степу України : тези доп. міжн. наук.–практ. конф., м. Херсон, 25 квіт. 2013 р. Херсон, 2013. С. 15–16. (Автором дисертації проведено польові дослідження, отримано експериментальні дані, аналіз літературних джерел, підготовлено статтю до друку).*

8. Юзюк С. М. Особливості вирощування картоплі на півдні України. *Удосконалення системи землеробства на зрошуваних землях та удосконалення технологій вирощування сільськогосподарських культур : тези доп. міжн. наук.–практ. конф. (м. Херсон, 18–20 черв. 2014 р.). Херсон, 2014. С. 64–65. (Автором дисертації проведено польові дослідження, отримано експериментальні дані, аналіз літературних джерел, підготовлено статтю до друку).*

9. Юзюк С. М. Оптимізація технологічного процесу отримання продовольчої картоплі за умов краплинного зрошення в степу України. *Краплинне зрошення як основна складова інтенсивних агротехнологій XXI*

*століття : матеріали II наук.–практич. конф., м. Київ, 4 груд. 2014 р. Київ. 2014. С. 49–50. (Автором дисертації проведено польові дослідження, отримано експериментальні данні, аналіз літературних джерел, підготовлено статтю до друку).*

10. Юзюк С. М. Вирощування продовольчої картоплі на краплинному зрошенні в умовах Південного Степу. *Актуальні питання ведення землеробства в умовах змін клімату : тези доп. міжн. наук.–практ. конф., м. Херсон, 24 квіт. 2015 р. Херсон, 2015. С. 180–182. (Автором дисертації проведено польові дослідження, отримано експериментальні данні, аналіз літературних джерел, підготовлено статтю до друку).*

11. Юзюк С. М. Засади ефективного вирощування продовольчої картоплі в умовах Південного Степу. *Матеріали Міжнародної науково–практичної конференції молодих вчених 28–29 травня 2015 : тези доп. м. Херсон, 28–29 травня. 2015 р. Херсон. 2015. С. 228–229. (Автором дисертації проведено польові дослідження, отримано експериментальні данні, аналіз літературних джерел, підготовлено статтю до друку).*

12. Юзюк С. Н. (2016). Выращивание картофеля на капельном орошении в условиях Юга Украины. *Современное экономическое состояние природной среды и научно–практические аспекты рационального природопользования : материалы междунар. научн.–практ. интернет–конф., с. Соленоє Займище, 29 февраля. 2016 г., Соленоє Займище, 2016. С.2227–2228. URL: <http://pniiiaz.ru/konf2016>. (Автором дисертації проведено польові дослідження, отримано експериментальні данні, аналіз літературних джерел, підготовлено статтю до друку).*

13. Балашова Г. С., Юзюк С. М. Продуктивність картоплі на краплинному зрошенні в умовах Південного Степу. *Інноваційні розробки молоді – сучасному землеробству : тези доп. міжнарод. наук.–практ. конф., м. Херсон, 29 квітня 2016 р. Херсон, 2016. С. 10–13. (Автором дисертації*

проведено польові дослідження, отримано експериментальні данні, аналіз літературних джерел, підготовлено статтю до друку).

14. Юзюк С. Н. Особенности выращивания картофеля на капельном орошении в условиях Южной Степи Украины. *Молодёжь и инновации – 2017* : матер. междунаrod. научно-практ. конф. молодых ученых, г. Горки, 1–3 июн. 2017 г. Горки, 2017. С. 292–295. (Автором дисертації проведено польові дослідження, отримано експериментальні данні, аналіз літературних джерел, підготовлено статтю до друку).

15. Балашова Г. С., Юзюк С. М. Економічна ефективність вирощування картоплі за краплинного зрошення на півдні України. *Інноваційні розробки молоді – агропромислового виробництва* : матеріали міжн. наук.-практ. конф. молодих вчених, м. Херсон, 28 квітня 2017 р. Херсон, 2017. С. 14-16. (Автором дисертації проведено польові дослідження, отримано експериментальні данні, аналіз літературних джерел, підготовлено статтю до друку).

16. Yuzyuk S. N., Balashova G. S. Efficiency of fertilizer application in a variety of moisture conditions at potato cultivation in southern Ukraine. *Proceedings of X International scientific conference “Scientific thought transformation”*: international scientific conference., с. Morrisville, 22 sep. 2017. Morrisville, 2017. PP. 51-55. (Автором дисертації проведено польові дослідження, отримано експериментальні данні, аналіз літературних джерел, підготовлено статтю до друку).

17. Балашова Г. С., Юзюк С. Н. Прийоми вирощування картофеля на капельном орошении в степи Украины. *Инновационные подходы и перспективные идеи молодых ученых в аграрной науке*: матер. междунар. науч.-практ. конф. молод. ученых, г. Кайнар, 17 ноября 2017 г. Кайнар, 2017. С. 115-118. (Автором дисертації проведено польові дослідження, отримано експериментальні данні, аналіз літературних джерел, підготовлено статтю до друку).

18. Юзюк С. М. Продуктивність картоплі на краплинному зрошенні за різних умов зволоження та способів удобрення на півдні України. *Перлини степового краю* : матеріали доповідей всеукраїнської. наук.-практ. агроекологічної конф., м. Миколаїв, 22-24 листопада 2017 р. Миколаїв. 2017. С. 48–50. (Автором дисертації проведено польові дослідження, отримано експериментальні данні, аналіз літературних джерел, підготовлено статтю до друку).

19. Балашова Г. С., Юзюк С. М. Формування асиміляційної поверхні рослин картоплі за краплинного зрошення у Південному Степу України. *Новітні технології вирощування сільськогосподарських культур*: матеріали VI міжнар. наук-практ. конф. молодих вчених, м. Київ, 23 березня 2018 р. Київ, 2018. С. 51–52. (Автором дисертації проведено польові дослідження, отримано експериментальні данні, аналіз літературних джерел, підготовлено статтю до друку).

20. Котов Б. С., Балашова Г. С., Юзюк С. М. Динаміка накопичення врожаю картоплі сортів різних груп стиглості за двоврожайної культури в умовах зрошення на Півдні України. *Новітні технології вирощування сільськогосподарських культур*: матеріали VI міжнар. наук.-практ. конф. молодих вчених, м. Київ, 23 березня 2018 р. Київ, 2018. С. 196–199. (Автором дисертації проведено польові дослідження, отримано експериментальні данні, аналіз літературних джерел, підготовлено статтю до друку).

21. Юзюк С. М. Формування фотосинтетичного потенціалу рослин картоплі за краплинного зрошення у Південному Степу України. *Іноваційні розробки молоді – сучасному землеробству* : тези доп. міжн. наук.–практ. конф., м. Херсон, 15 травн. 2018 р. Херсон, 2018. С. 15–16. (Автором дисертації проведено польові дослідження, отримано експериментальні данні, аналіз літературних джерел, підготовлено статтю до друку).

#### ***Науково-практичні рекомендації***

22. Вожегова Р. А., Лавриненко Ю. О., Балашова Г. С., Черниченко І. І., Черниченко О. О., Юзюк С. М. Вирощування картоплі за краплинного

зрошення : науково–практичні рекомендації. *Ін-т зрош. Землеробства*. 2015. 44 с. (Автором дисертації взято участь у підготовці та оформленні рекомендацій до друку).

23. Вожегова Р. А., Лавриненко Ю. О., Балашова Г. С., Черниченко І. І., Черниченко О. О., Юзюк С. М., Юзюк О. О., Котов Б. С. Особливості вирощування картоплі на півдні України за умов зрошення. *Олді-плюс*. 2018. 26 с. (Автором дисертації взято участь у підготовці та оформленні рекомендацій до друку).

24. Вожегова Р. А., Лавриненко Ю. О., Балашова Г. С., Черниченко І. І., Черниченко О. О., Котова О. І., Юзюк С. М., Полякова К. О. Відтворення оздоровленого вихідного матеріалу картоплі в розсадниках первинного насінництва в умовах зрошення півдня України. *Науково-практичні рекомендації*. 2015. 36 с. (Автором дисертації взято участь у підготовці та оформленні рекомендацій до друку).

25. Вожегова Р. А., Лавриненко Ю. О., Балашова Г. С., Черниченко І. І., Черниченко О. О., Юзюк С. М., Юзюк О. О., Котов Б. С. Особливості вирощування картоплі на півдні України за умов зрошення. *Науково-практичні рекомендації*. 2018. 29 с. (Автором дисертації взято участь у підготовці та оформленні рекомендацій до друку).

#### **Стаття в іншому виданні:**

26. Балашова Г. С., Юзюк С. М. Прийоми вирощування оздоровленого вихідного матеріалу картоплі в умовах зрошення на півдні України. *Аграрна наука – виробництву : науково-інформаційний бюлетень завершених наукових розробок*. 2017. Вип. 1. С. 14. (Автором дисертації проведено польові дослідження).

## ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП.....	16
<b>РОЗДІЛ 1 СТАН ВИВЧЕНОСТІ ПРОБЛЕМИ ТА ЗАВДАННЯ</b>	
ДОСЛІДЖЕНЬ (аналітичний огляд літератури).....	22
1.1 Агроекологічні особливості культури картоплі.....	22
1.2 Міжнародний досвід застосування добрив та зрошення в технологічному процесі виробництва картоплі.....	24
1.3 Удобрення картоплі, способи внесення мінеральних добрив та вплив на продукційні процеси рослин.....	29
1.4 Ефективність зрошення при вирощуванні картоплі як окремого фактора, так і у взаємодії з удобренням, використання краплинного способу поливу .....	39
Висновки до розділу 1.....	43
<b>РОЗДІЛ 2 УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....</b>	<b>44</b>
2.1 Характеристика ґрунтового покриву дослідного поля.....	44
2.2 Клімат зони Південного Степу України та погодні умови в роки проведення досліджень.....	46
2.3 Схема досліду та методика проведення досліджень.....	53
2.4 Агротехніка у досліді.....	59
<b>РОЗДІЛ 3 РЕЖИМ КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ ТА</b>	
<b>ВОДОСПОЖИВАННЯ КАРТОПЛІ, ПОЖИВНИЙ РЕЖИМ ҐРУНТУ..</b>	<b>61</b>
3.1 Режим зрошення картоплі за різних умов зволоження.....	61
3.2 Сумарне водоспоживання та коефіцієнт водоспоживання рослин картоплі за різних умов зволоження та способів внесення добрив.....	66
3.3 Формування поживного режиму ґрунту.....	76
Висновки до розділу 3.....	82
<b>РОЗДІЛ 4 ФЕНОЛОГІЧНІ ТА МОРФО-БІОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ</b>	
<b>РОСЛИН КАРТОПЛІ ЗАЛЕЖНО ВІД ФАКТОРІВ ВИРОЩУВАННЯ</b>	<b>83</b>

4.1 Тривалість фаз росту й розвитку та біометричні показники рослин картоплі.....	83
4.2 Формування асиміляційного апарату рослин картоплі .....	86
4.3 Динаміка накопичення сухої речовини та фотосинтетична діяльність рослин картоплі.....	90
Висновки до розділу 4.....	96
<b>РОЗДІЛ 5 ПРОДУКТИВНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ КАРТОПЛІ ЗА РІЗНИХ УМОВ ЗВОЛОЖЕННЯ ТА СПОСОБІВ ВНЕСЕННЯ ДОБРИВ.....</b>	<b>98</b>
5.1 Динаміка накопичення врожаю.....	98
5.2 Урожайність бульб картоплі та структура залежно від досліджуваних факторів.....	102
5.3 Основні показники якості бульб картоплі.....	112
Висновки до розділу 5.....	116
<b>РОЗДІЛ 6 ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КАРТОПЛІ ЗА КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ.....</b>	<b>118</b>
6.1 Економічна оцінка технології вирощування картоплі за краплинного зрошення.....	118
6.2 Енергетична ефективність технології вирощування картоплі за краплинного зрошення .....	121
Висновки до розділу 6.....	125
<b>ВИСНОВКИ.....</b>	<b>127</b>
<b>РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ.....</b>	<b>128</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....</b>	<b>129</b>
<b>ДОДАТКИ.....</b>	<b>157</b>

## ВСТУП

Картопля є однією з найпродуктивніших сільськогосподарських культур помірної кліматичної зони. На сьогоднішній день картоплю вирощують більш ніж у 130 країнах світу, переважно в районах північної півкулі із помірним кліматом та легкими ґрунтами. В цілому щорічно збирають майже 300 млн т бульб. Основними її виробниками є Китай, Росія, Індія, США та Україна [1, 2]. На частку нашої держави припадає біля 6 % світового виробництва картоплі, [3] що зумовлено досить розвиненим науковим супроводом та в основному сприятливим кліматом. Картопля вирощується як в традиційно картоплярських районах Полісся, так і в несприятливих умовах Степу України [4].

**Обґрунтування вибору теми дослідження.** В Україні набувають розповсюдження нові технології поливу картоплі, зокрема краплинне зрошення. Такий спосіб в значному ступеню відрізняється від дощування за умовами зволоження, дає більші можливості для застосування фертигації та гебігації і, в кінцевому рахунку, потребує інших технологічних прийомів вирощування культур, ніж при дощуванні. Попередні дослідження та досвід вирощування картоплі в Степу належать, в основному, до умов застосування традиційних способів поливу. Питання можливого використання нових способів поливу картоплі, на території України мало вивчене. На думку Я. М. Гадзало, М. В. Гладія, П. Т. Саблука картопля як культура вимагає розробки та впровадження новітніх технологій її вирощування.

Краплинне зрошення картоплі добре себе зарекомендувало в плані отримання високих врожаїв, однак механічне перенесення технологій, що розроблені для інших способів поливу та умов других регіонів на системи краплинного зрошення неприпустимо, науково і економічно не обґрунтовано. Велику стурбованість викликає погіршення меліоративного стану ґрунту при тривалому використанні краплинного зрошення. Одним з чинників такого стану є необґрунтовані і неконтрольовані режими зрошення.



Тому дослідження з вивчення поливного режиму в комплексі з удобренням, його впливу на процеси росту та розвитку рослин картоплі, формування врожаю, економічної та енергетичної ефективності вирощування картоплі в умовах Південного Степу України за використання краплинного зрошення є досить актуальним. Вирішення цих завдань дасть можливість удосконалити технологічні прийоми, що буде сприяти підвищенню урожайності, економії ресурсів та зменшенню хімічного навантаження на довкілля.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертаційна робота є складовою частиною досліджень, передбачених тематичним планом Інституту зрошувального землеробства НААН України згідно ПНД «Картоплярство»: «Розробити та науково обґрунтувати екологічно-безпечні ресурсозберігаючі технології вирощування насінневої та продовольчої картоплі в умовах зрошення на півдні України з використанням методу двоврожайної культури» (№ державної реєстрації 0111U002693, 2011-2013 рр.); «Розробити сучасні підходи ефективного ведення насінництва з використанням методів біотехнології та оптимізувати технологію вирощування насінневої і продовольчої картоплі за двоврожайної культури в умовах зрошення Степу України» (№ державної реєстрації 0114U000034, 2014-2015 рр.).

**Мета і завдання досліджень.** Метою досліджень було встановлення особливостей водоспоживання, ростових та продукційних процесів картоплі залежно від умов зволоження та способів удобрення за краплинного зрошення в умовах півдня України.

Для досягнення поставленої мети вирішували наступні завдання:

- встановити показники водоспоживання рослин картоплі та визначити оптимальний шар зволоження за різних умов вологозабезпечення на краплинному зрошенні;

- дослідити особливості росту й розвитку, фотосинтетичної діяльності рослин картоплі залежно від різних умов зволоження та способів удобрення

за краплинного зрошення;

- визначити вплив умов живлення на формування поживного режиму ґрунту;

- дослідити вплив різних умов зволоження та способів внесення добрив на формування фенологічних та морфо-біологічних показників рослин картоплі;

- визначити вплив досліджуваних факторів на формування врожаю та якості бульб картоплі;

- обґрунтувати економічну та енергетичну доцільність елементів технології вирощування картоплі на краплинному зрошенні.

*Об'єкт досліджень* – водний, поживний режим ґрунту; показники росту, розвитку та продуктивності рослин картоплі весняного садіння залежно від елементів технології поливу та способів внесення добрив.

*Предмет досліджень* – продуктивність картоплі за різних умов зволоження та способів удобрення на краплинному зрошенні.

**Методи дослідження:** польовий – для вивчення водного режиму ґрунту та особливостей його формування; спостереження за фазами розвитку та визначення біометричних показників рослин, їх продуктивності; формування фотосинтетичного апарату; лабораторний – для визначення показників якості урожаю картоплі, водно-фізичних та агрохімічних показників ґрунту; математично-статистичний – для обґрунтування достовірності отриманих результатів; розрахунково-порівняльний – для обґрунтування економічної ефективності і енергетичної оцінки елементів технології краплинного зрошення картоплі.

**Наукова новизна отриманих результатів.** *Вперше* для умов півдня України встановлено особливості процесів водоспоживання, росту, розвитку, фотосинтетичної діяльності та динаміки накопичення врожаю бульб рослинами картоплі за краплинного зрошення залежно від умов зволоження та способів внесення добрив. Визначено економічну та енергетичну ефективність розроблених елементів технології вирощування картоплі за

умов краплинного зрошення на півдні України.

*Набуло подальшого розвитку* розробка та наукове обґрунтування економічно раціональних технологій внесення добрив та умов зволоження ґрунту для формування максимального врожаю бульб високої якості за вирощування на краплинному зрошенні.

*Удосконалено* окремі елементи технологічного процесу вирощування картоплі за краплинного зрошення в умовах півдня України.

**Практичне значення отриманих результатів.** Результати досліджень дали можливість запропонувати науково обґрунтовані рекомендації з технології вирощування картоплі на краплинному зрошенні в умовах півдня України; визначено оптимальний спосіб внесення добрив та умови зволоження ґрунту, які забезпечують високу врожайність за економії матеріальних і трудових ресурсів.

Результати наукових досліджень пройшли виробничу перевірку та впровадження на площі 5,0 га в господарстві ФОП «Коновальчук» с. М. Каховка, Каховського р-ну, Херсонської області та 4,0 га в господарстві ФГ «Чернохатове» с. Українка Вітовського р-ну, Миколаївської області. Результати впровадження підтвердили високу ефективність запропонованих елементів технології, додатковий умовний чистий прибуток склав 19,5 та 12,4 тис. грн/га., відповідно.

**Особистий внесок здобувача.** Автором особисто розроблена програма, опрацьовано та узагальнено наукові джерела за темою дисертації, виконано польові та лабораторні роботи, аналіз результатів, їх систематизацію, узагальнення та статистичну обробку, визначено економічну та енергетичну ефективність, сформульовано висновки та рекомендації виробництву, здійснено впровадження наукової розробки у виробництво. Особисто автором розроблено та науково обґрунтовано основні положення дисертації, а його участь у роботі становить близько 90%.

**Апробація матеріалів дисертації.** Результати наукових досліджень доповідались та обговорювались на засіданнях Вченої ради Інституту

зрошеного землеробства НААН України (2013-2018 рр.); науково-практичних конференціях, зокрема: Міжнародній науково-практичній конференції “Ефективне ведення землеробства в Степу України” (м. Херсон, 25 квітня 2013 р., очна участь); Міжнародній науково-практичній конференції “Удосконалення системи землеробства на зрошуваних землях та удосконалення технологій вирощування сільськогосподарських культур” (м. Херсон, 18-20 червня 2014 р., заочна участь); II Науково-практичній конференції “Краплинне зрошення як основна складова інтенсивних агротехнологій XXI століття” (м. Київ, 4 грудня 2014 р., очна участь); Міжнародній науково-практичній конференції “Актуальні питання ведення землеробства в умовах змін клімату” (м. Херсон, 24 квітня 2015 р., очна участь); Міжнародній науково-практичній конференції “Наукові засади ефективного ведення степового землеробства в умовах змін клімату” (м. Херсон, 28-29 травня 2015 р., заочна участь); Международной научно-практической интернет-конференции “Современное экономическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования” (с. Соленое Займище, Черныйорский р-н., Астраханская обл., 29 февраля 2016 г., заочное участие); Міжнародній науково-практичній конференції “Інноваційні розробки – сучасному землеробству” (м. Херсон, 29 квітня 2016 р., заочна участь); Международной научно-практической конференции “Молодёжь и инновации” (Горки, Беларусь, 1-13 июня 2017 г., заочное участие); Міжнародній науково-практичній конференції “Інноваційні розробки молоді – агропромислому виробництву” (м. Херсон, 28 квітня 2017 р., заочна участь); Proceedings of X International scientific conference “Scientific thought transformation” (Morrisville 2017); Международной научно-практической конференции “Инновационные подходы и перспективные идеи молодых ученых в аграрной науке” (Кайнар, Казахстан, 17 ноября 2017 г., заочное участие); Всеукраїнській науково-практичній агроекологічній конференції “Перлини степового краю” (м. Миколаїв, 22-24 листопада 2017 р., очна участь); Міжнародній науково-практичній

конференції “Новітні технології вирощування сільськогосподарських культур” (м. Київ, 23 березня 2018 р., заочна участь); Міжнародній науково-практичній конференції “Іноваційні розробки молоді – сучасному землеробству” (м. Херсон, 15 травня 2018 р., очна участь);.

**Структура та обсяг дисертації.** Дисертаційна робота складається зі вступу, 6 розділів, висновків, рекомендацій виробництву, списку використаних джерел із 255 найменувань, у тому числі 33 латиницею та 3 додатків. Дисертацію викладено на 159 сторінках, її текст ілюстровано 25 рисунками, містить 23 таблиці та 3 додатки.

Автор дисертаційної роботи висловлює щире подяку за допомогу в організації та проведенні досліджень, надання цінних порад та консультацій науковому керівнику завідувачу лабораторії біотехнології картоплі, доктору сільськогосподарських наук Балашовій Галині Станіславівні, член-кореспонденту НААН, доктору сільськогосподарських наук, професору Лавриненко Юрію Олександровичу, кандидату сільськогосподарських наук Черниченко Ігорю Івановичу, завідувачу лабораторії масових аналізів Куц Галині Марківні та всьому колективу лабораторії біотехнології картоплі.

# РОЗДІЛ 1

## СТАН ВИВЧЕНОСТІ ПРОБЛЕМИ ТА ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ (АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

### 1.1 Агробіологічні особливості культури картоплі

Картопля (*Solanum tuberosum* L.) – вид рослин родини пасльонових, поширена сільськогосподарська культура, яку в народі називають «другим хлібом»; одна з найважливіших продовольчих, технічних і кормових культур. Картопля – однорічна в культурі та багаторічна в дикому стані трав'яниста рослина родини пасльонових [5-7].

Використання генних ресурсів диких форм, особливо генів стійких до різних стресових факторів, дозволило змінити її генний потенціал відповідно до ґрунтово-кліматичних умов і цілей використання. В цьому тривалому процесі утворились існуючі культурні форми, які за врожайністю, розмірами і формою бульб, здатністю утворювати бульби при довгому світловому дні, довжиною стolonів, стійкістю і якістю значно відрізняються від диких форм [8].

Картопля належить до рослин помірного клімату. На температуру нижче 7-8°C та вище 30°C реагує припиненням росту. Надмірна спека (вище 25°C) сильно пригнічує рослини. Якщо ґрунт прогрівається вище 29°C – бульби не утворюються або формуються дочірні бульбочки [9-11].

Бульби картоплі, які пройшли період спокою, починають проростати за 3-5°C, однак агрометеорологічним показником початку росту картоплі вважають температуру 7°C. Проте оптимальна температура для проростання бульб є 18-20°C, за якої сходи з'являються через 12-13 днів. Максимальний урожай картоплі забезпечується за середньодобової температури 17-18°C [12, 13].

Картопля чутлива до незначних приморозків. Пошкодження картоплиння настає за -1,5-2°C. Приморозки -3-4,5°C пошкоджують

картоплиння на 60-100% і знижують врожайність бульб на 25-65%, залежно від фази розвитку рослини і часу ураження приморозками. Особливо нестійкі до приморозків молоді рослини [13, 14].

Картопля – рослина короткого дня, вимоглива до світла. При затіненні порушуються процеси фотосинтезу і знижується врожайність. Навіть при незначному зменшенні освітлення, відбувається пожовтіння рослин, витягування стебел, погіршується засвоєння елементів живлення з ґрунту. Такі несприятливі умови можуть скластися при надмірному загущенні картоплі [15].

Найкраще картопля росте на легких, добре розпушених ґрунтах. Коренева система картоплі інтенсивно дихає, поглинаючи кисню у 5-10 разів більше, порівняно з іншими рослинами. Для насичення ґрунту достатньою кількістю кисню, його потрібно утримувати в досить розпушеному стані з об'ємною масою не більше 1,0-1,2 г/см<sup>3</sup>. У перезволожених, ущільнених ґрунтах вміст кисню зменшується до 2%, а вміст вуглекислого газу різко збільшується. За таких умов бульби задихаються і загнивають. На ущільнених ґрунтах погано розвиваються столони, картопля формує дрібні, деформовані бульби [16,17].

Картоплю вирощують на удобрених супіщаних і суглинистих чорноземах, дерново-підзолистих, сірих лісових ґрунтах. При внесенні високих норм органіки картопля добре родить і на легких піщаних ґрунтах [18, 21].

Малоприсадибні для вирощування картоплі важкі глинисті ґрунти, особливо з близьким заляганням ґрунтових вод. Не підходять також засолені ґрунти, оскільки картопля має дуже низьку солестійкість. Найкраще росте на слабокислих і нейтральних ґрунтах. При рН нижче 5,0 і вище 8,0 вона росте погано [22].

Потрібно чітко уявляти біологічні та екологічні основи продуктивності картоплі. Формування врожаю бульб залежить від факторів, які умовно поділяють на дві групи: ті, що піддаються регулюванню та нерегульовані. До

першої належить: скороспілість сорту, якість і фізіологічний стан насінневого матеріалу, удобрення, ґрунтові особливості, густина садіння, ураження шкідниками і хворобами, щільність ґрунту, вологозабезпечення тощо. До факторів, що не регулюються можна віднести температуру повітря і ґрунту, інтенсивність сонячного світла, тривалість безморозного періоду, вологість повітря, швидкість вітру [23-25].

Ряд факторів інтенсифікації виробництва, наприклад високі дози азотних добрив, зрошення та інші, сприяють зниженню стійкості проти абіотичних та біотичних стресових впливів [26].

Погодні умови можуть радикально впливати на рослини картоплі і викликати зміни врожайності бульб на 50-100% відносно середніх багаторічних даних. Висока температура (30-40°) з довгим сонячним днем викликає перетворення стolonів у надземні пагони. Якщо такий температурний режим тривалий і збігається з періодом активного формування врожаю, то це призводить до «кліматичного виродження бульб». При цьому порушується нормальний обмін речовин, значно знижується врожай бульб і їх насіннєві якості. Такі бульби утворюють тонкі ниткоподібні паростки, з яких виростає ослаблений кущ. Встановлено, що один кущ картоплі у різних умовах вологості ґрунту, температури, розвинутості рослин та особливостей сорту за вегетаційний період випаровує 60-70 кг води. Для утворення 1 ц бульб рослина витрачає 10-14 т води [10, 27-31].

## **1.2 Міжнародний досвід застосування добрив та зрошення в технологічному процесі виробництва картоплі**

Технології вирощування картоплі в світі мають дуже суттєві відмінності у зв'язку з різноманітними кліматичними умовами, різними типами ґрунтів та рівнями матеріально-технічного та наукового забезпечення, це, в свою чергу, зумовлює різну ефективність застосування зрошення, удобрення та інших агротехнічних прийомів при культивуванні [32-35]. Наприклад, в Йорданії на



зрошенні застосовуються такі норми добрив –  $N_{100}P_{300-400}$ . Калійні добрива не застосовують через надлишок калію в ґрунтах. При цьому збирають 252-357 ц/га бульб [36]. В Іраку проводилися дослідження [37] щодо впливу способу поливу та доз калійних добрив на урожай картоплі. Застосовували крапельний та по борознах способи поливу в поєднанні з 0, 300 та 600 кг/га діючої речовини сульфату калію ( $K_2SO_4$ ). Рівень транспірації коливалася від 357,3 до 511,4 мм протягом вегетаційного періоду для обох видів поливу. Спосіб поливу не вплинув істотно на урожайність картоплі. Калійне добриво вплинуло на врожайність бульб, найвищий урожай бульб був зареєстрований при внесенні 600 кг/га сульфату калію, досягнувши 35,23 та 36,65 т/га для поливу по борознах і краплинного зрошення, відповідно. Ефективність використання води збільшилася з 5,129 до 7,379  $kg/m^3$  для поливу по борознах, а також від 6,907 з 10,257  $kg/m^3$  – для краплинного зрошення.

Дослідження, проведені в 2007-2008 рр. у Єгипті [38], показали підвищення врожайності картоплі при застосуванні калійного добрива зі вмістом оксиду калію від 40 до 120 кг/федд (0,42 га) у поєднанні із застосуванням гумінових кислот 1-2 кг/федд з поливною водою. Зросли висота рослин, площа листя і кількість пагонів, збільшилась сира маса та вміст сухої речовини; суттєво збільшився урожай та якість бульб (вміст NPK та білку).

Дослідження Єгипетського науково-дослідного центру сільського господарства впродовж 2008-2009 рр. пов'язане з вивченням реакції рослин картоплі на застосування калійних добрив в поєднанні з гуміновою кислотою показало, що найкращим варіантом взаємодії для підвищення врожайності та якості бульб картоплі є підживлення рослин культури нормою 100 кг/федд  $K_2O$  з обробкою 2 кг/федд гумінової кислоти [39].

В Європейському Союзі досліди з добривами майже не проводять, так як пріоритетними завданнями сільського господарства нині є біологізація виробництва та розвиток біотехнологій, генна інженерія. В середньому на звичайних полях ЄС на 1 га с.-г. угідь вноситься 55,1 кг азоту, 47,6 кг  $P_2O_5$  та

43 кг  $K_2O$ . Норма азоту для столової картоплі і для переробної промисловості становить 100-140 кг/га в діючій речовині [40]. Фермери вважають за необхідне застосовувати високі дози калійних добрив під картоплю, адже таким чином підвищується якість продукції, хоча результати польового дослідження проведеного у Болгарії, свідчать, що внесення калійних добрив ( $K_2SO_4$  та  $KCl$ ) не вплинуло на вміст цукрів у бульбах. Вміст становив близько 0,40%, незалежно від умов вирощування та сортового складу. Застосування  $KCl$  зменшило вміст вітаміну С у бульбах для всіх варіантів (від 46% у сорті "Louisiana" до 61% «Agria»). У польовому експерименті високий рівень  $K_{200}$   $KCl$  зменшив вміст вітаміну С приблизно на 54% (8,40 мг  $100\text{ г}^{-1}$ ) у порівнянні з варіантом  $K_{100}$   $K_2SO_4$  (18,10 мг  $100\text{ г}^{-1}$ ). Зафіксовано позитивний вплив  $KCl$  на вміст сирого протеїну в бульбах усіх сортів обох випробувань [41].

В США особливу увагу приділяють дозам і співвідношенню мінеральних добрив [42]. Консультації про види, кількість, розміщення в сівозмінах та строки внесення добрив дають фермерам спеціалісти сільськогосподарських коледжів штату після дослідження ґрунту на місцях. Із азотних добрив під картоплю вносять азотнокислий амоній, сульфат амонію та рідкий аміак, як до садіння картоплі, так і після. В Північній Дакоті (кліматичні умови наближені до півдня України) загальна кількість добрив під картоплю становить 75 кг/га д. р. азоту, 150-200  $P_2O_5$  і 100-150 кг/га  $K_2O$ . Сумарна доза добрив варіює від 2 до 20 ц/га в регіонах з природнім зволоженням. На бідних ґрунтах при зрошенні дози азоту досягають 150-240 кг/га. Мінеральні добрива при садінні рекомендують вносити не в рядок, а збоку, на 5 см від рядку і на 2,5 см нижче верхнього шару ґрунту [43].

Світове зрошуване землеробство з самого початку заснування займається розробкою та впровадженням енергозберігаючих та ресурсощадних способів поливу [37, 44-48]. Отже, науковці шукають різноманітні способи зекономити поливну воду без шкоди для врожаю [49-51].

Протягом двох років на дослідницькій станції сільського господарства Абу-Грейб (Багдад, Ірак) проводились польові експерименти для вивчення врожайності картоплі при регулярному дефіциті зрошення [52]. В якості контролю було взято варіант з відновленням вологості на рівні 60% НВ. Варіант 1 – відсутність поливу від проростання до бутонізації, варіант 2 – відсутність поливу при формуванні бульб, варіант 3 – відсутність поливу при дозріванні бульб. Врожайність картоплі склала 34,5; 34,3; 28,2 і 30,2 т/га, відповідно, протягом першого сезону, в той час як у другому – 36,7; 36,2; 30,0 і 31,2 т/га.

В Каппадокійському регіоні Туреччини проводили дослідження щодо кількості добрив, що залишаються у ґрунті після вегетаційного періоду при вирощуванні картоплі. Основним способом поливу, що застосовується фермерами регіону, є дощування. При такому способі витрачаються високі норми води та дози азотних добрив (близько 100 кг/га д. р. азоту та 1400-1700 мм води, відповідно), що сприяє забрудненню поверхневих вод та неекономному використанню водних ресурсів. Були проведені дослідження з радіоактивно міченим N, що показали: майже половина внесених азотних добрив (45,6%) при нормі азоту 40 кг/га та більше половини (60,8%) при нормі 100 кг/га залишилося у ґрунті на глибині до 2 м після збору врожаю. Альтернативою є використання крапельного зрошення та фертигації [53].

Польові експерименти для порівняння впливу частоти зрошення і потенційних вологоутримуючих порогів ґрунтової матриці на врожай, евапотранспірацію та ефективність використання води були проведені в 2001-2003 рр. в Китаї [54] на глинистих ґрунтах. Вологості ґрунту підтримували на п'яти різних рівнях: від 15 до 55 кПа і проводили поливи від одного разу на добу до одного разу на 8 діб. Результати показали, що і частота поливів і вологості впливають на евапотранспірацію та врожай картоплі – вони зростають зі збільшенням частоти поливів. Найбільший врожай був отриманий при вологості в 25 кПа і зрошенні раз на добу. Отже, не завжди зниження норм поливу зумовлює втрати врожаю.

У досліджах з місцевим сортом Kashyap P. S. [55] протягом 1995-1999 рр. підтримували вологість на рівні 10, 30, 45, 60 і 75% НВ під час некритичних фаз розвитку рослин. Урожай бульб був значно вище при високій частоті зрошення і високій вологості.

Одним із ресурсозберігаючих способів поливу є часткове осушення кореневої зони, яке може застосовуватися для багатьох сільськогосподарських видів рослин в районах з обмеженими кількостями води для зрошення. Експерименти з картоплею (*Solanum tuberosum* L. сорт Folva) проводили протягом 2004-2005 рр. [56] в польових умовах під захистом від дощу. Часткове осушення кореневої зони порівнювали з повним зрошенням, яке покриває 100% випаровування. Експериментальні варіанти отримали 21,7 та 140 мм зрошення, тоді як контроль – 50,1 та 201 мм в 2004 та 2005 рр. відповідно. Зрошення рослин переносили на інший бік кожні 5-10 днів. Протягом вегетаційного періоду не було виявлено істотних відмінностей між двома видами зрошення в індексі листяного покриву, сухій масі пагонів та врожаю бульб. При аналізі заключного врожаю виявлено, що вихід товарних бульб був вище на 20% в варіантах з частковим осушенням. Крім того, часткове осушення кореневої зони зберегло 30% поливної води при збереженні врожаю бульб, що на 61% підвищило ефективність використання поливної води. Таким чином, часткове осушення кореневої зони є перспективною стратегією для регіонів з обмеженими водними ресурсами.

В кожній країні перед картоплярами стоять свої задачі. Так, наприклад, в Індії – економія поливної води за рахунок зменшення норм поливу [57]. Адже в багатьох районах люди страждають від зменшення запасів питної води. В Йорданії – налагодження власного насінництва картоплі, адже всю еліту завозять з Голландії. В ЄС – збільшення долі біокартоплі на ринку і т. д.

В залежності від цих задач, в основному, і працює наука, щоб забезпечити потреби економіки.

### **1.3 Удобрення картоплі, способи внесення мінеральних добрив та їх вплив на продукційні процеси рослин**

Питання удобрення картоплі залежно від природної родючості ґрунту, особливостей сорту та інших умов, достатньо висвітлене в наукових працях [58-65]. Крім того, слід зазначити, що зрошення підсилює позитивну дію мінеральних добрив, цей синергічний ефект одразу привернув увагу вітчизняних [66-74] та зарубіжних учених [33, 37]. Вважається, що 50% приросту врожаю належить саме добривам [75]. Ефективне використання добрив при вирощуванні картоплі завжди було актуальним [76-81].

На створення 100 ц бульб картопля використовує, в середньому, близько 60 кг азоту, 20 фосфору, 80 кг калію [82]. Азоту належить вирішальна роль у формуванні врожаю картоплі. При нестачі його рослини погано ростуть, втрачають зелений колір, затримується розвиток листової поверхні. Рослини картоплі можуть використовувати азот як в аміачній, так і в нітратній формі. Серед азотних добрив найбільшого поширення набули аміачна селітра, сечовина, сірчаноокислий амоній та аміачна вода. Результати досліджень довели практичну рівноцінність цих форм азотних добрив для картоплі [83].

При оптимальному або близькому до нього забезпеченні іншими елементами для швидкого приросту маси бульб (0,75 т/га на добу) необхідна інтенсивність споживання азоту до 3,7 кг/га за добу. Такого рівня азотного живлення дуже важко досягти при одноразовому їх внесенні, тому застосовують роздільне їх внесення з останнім строком на початку бульбоутворення в дозі 10-15 кг/га діючої речовини [24]. Незважаючи на те, що азотні добрива є важливим фактором підвищення потенційної врожайності, їх можна вносити тільки на фоні високих доз фосфорних і калійних [84-88].

Кількість азоту у ґрунті не є єдиним фактором, що впливає на вміст азоту в рослинах. Вміст загального і білкового азоту, а також направленість процесів синтезу білка в листках і бульбах рослин картоплі в значній мірі

залежить від умов вирощування. Недостатнє кореневе живлення, низька вологість ґрунту, а також підсилене азотне живлення на фоні низької вологості ґрунту найбільш негативно впливають на процеси синтезу білка як в листках, так і в бульбах рослин картоплі [89].

Загортання добрив на глибину близько 10 см є ефективним способом застосування для частини азоту і більшості інших поживних речовин. З усіх необхідних поживних речовин для рослин азот найбільш часто є обмежувальним фактором. Рекомендації по застосуванню азотних добрив мають бути засновані на прогнозованій врожайності та даних попередніх років [90, 91]. Через низьку врожайність ранньостиглі сорти зазвичай вимагають меншої кількості азотних добрив. Правильне застосування азоту важливе як для вирощування сільськогосподарських культур, так і з екологічної точки зору, адже внесення добрив на початку сезону приводить до їх вимивання з кореневої зони з дощами і поливами. В результаті збільшується забруднення ґрунтових вод нітратами. В залежності від попередника: картоплі, кукурудзи; сої; люцерни, конюшини або чорного пару для одержання прогнозованого врожаю в 300-350 ц/га застосовують 150, 130 і 90 кг д. р. азоту на гектар.

Дефіцит азоту призводить до затримки росту, пожовтіння старого листя і низької врожайності. Також сприяє ранньому розвитку фітофторозу і в'яненню листя. В той же час, надлишок азоту може затримати ріст бульб, сприяє збільшенню вузлуватості картоплі, надмірному зростанню бадилля. Урожайність ранньої картоплі може бути знижена при внесенні надлишкового азоту [92,93].

Досліди з визначення гранично необхідної для картоплі дози азоту в комплексних добривах провели в умовах Брилівської дослідної станції протягом 1985-89 рр. Урожай сорту Незабудка без добрив становив 191,1 ц/га. Внесення під оранку  $N_{120}P_{120}K_{80}$  дозволило додатково отримати 90,3 ц/га бульб, подальше збільшення дози азоту до 150 і 180 змінює приривку в незначних кількостях – 2,6-3,1 ц/га, тобто додатково внесені

добрива не окупаються додатковим врожаєм [94].

Фосфор відіграє важливу роль в усіх процесах обміну в рослинному організмі. Під його впливом поліпшується якість і лежкість бульб, підвищується стійкість рослин і бульб проти хвороб і посухи, механічних пошкоджень, зростає вихід насінневих бульб.

Калій займає винятково важливе місце у живленні картоплі. Він посилює вологоутримуючу здатність протоплазми, завдяки чому рослини менше потерпають від короткочасних посух [83]. Калійні добрива підвищують вміст калію у бульбах, що має позитивне значення для підвищення стійкості м'якоті проти потемніння, як сирих очищених, так і зварених бульб [95].

На утворення 100 ц товарного врожаю бульб споживання мінерального фосфору становить від 18,4 до 20,4 і калію – від 47,4 до 62,8 кг залежно від доз добрив та їх поєднання [96, 97].

Застосування фосфору і калію обов'язково має базуватися на аналізах ґрунту. Фосфор є малорухливим і при тривалому застосуванні накопичується в ґрунті. Наявність фосфору знижується із зниженням рівня рН ґрунту. Симптомами дефіциту фосфору є погано зростаюче темно-зелене з фіолетовим листя. Дефіцит калію виявляється в «підпалених» по краях старих листях [92].

У період з 1989 по 1999 роки на фермі Кембриджського університету Об'єднаного Королівства Великобританії [98] в 33 експериментах була випробувана дія калійних добрив на врожайність і якість картоплі. Експерименти проводилися на різноманітних типах ґрунтів і використовуваних сортів і при агротехніці, звичайній для сучасного промислового виробництва. Середня врожайність в цих дослідях становила 48 т/га. Використання калійних добрив привело до статистично значущого збільшення врожаю тільки в семи варіантах. Показник вмісту калію у ґрунті був поганим прогностичним фактором ймовірності прибутковості. Калійне добриво викликало збільшення сухої ваги врожаю тільки в чотирьох

експериментах, які характеризувалися відсутністю зрошення і грунтами з невеликою кількістю змінного калію. Перевищення оптимальних доз внесення калію викликало випадкові зниження концентрації сухої речовини бульб, особливо при використанні хлориду калію. Оптимальними дозами внесення калію є не більше 210 кг/га діючої речовини.

Лук'яненко А. І., Шемав'янов В. І. у 1972-74 рр. [99] в умовах Дніпропетровської області вивчали вплив різних форм мінеральних добрив на врожай і якість ранньої картоплі. В результаті виявили, що сірчанокислий калій набагато ефективніший за хлористий калій чи калійну сіль. Таке добриво більше сприяло нагромадженню сухої речовини та вітаміну С. Важливо також визначити оптимальне співвідношення основних елементів живлення у добриві. Різні ґрунти потребують відповідних доз мінеральних речовин в залежності від наявних запасів у ґрунті та його рН. Дослідами доведено, що для чорноземів і темно-каштанових ґрунтів найкращим поєднанням є NPK 1:1:1. Протягом 1973-74 рр. проведені польові та вегетаційні дослідження з впливу мінеральних добрив у різних дозах та різних співвідношеннях між поживними речовинами в них на врожай та якість картоплі. Результати показали, що урожай картоплі підвищується зі збільшенням доз добрив до 60 мг на 100 г ґрунту. Дальше збільшення приводило до зменшення врожаю. Польовий дослід показав, що на чорноземах малогумусних важкосуглинкових найкращою дозою всіх добрив є 200 кг/га діючої речовини. Також виявлено зниження вмісту крохмалю в бульбах при застосуванні мінеральних добрив, збільшення дози фосфору зменшило негативний вплив. Від мінеральних добрив також підвищився вміст вітаміну С.

На початковому етапі хімізації, коли вартість туків та ПММ була порівняно невеликою, випробування проводили з використанням подвійних, потрійних доз добрив [100]. Тепер же, в основному, досліді з мінеральними добривами направлені на пошук найбільш економних та ефективних шляхів їх використання [101-106]. В Білоруському НДІ картоплярства і



плодоовочівництва вивчали вплив різних рівнів мінерального живлення на врожай та крохмалистість бульб картоплі сортів Темп, Розваристий і Білоруський ранній. Застосовувались одинарні дози –  $N_{60}P_{100}K_{80}$ , подвійні –  $N_{120}P_{200}K_{160}$  та потрійні –  $N_{180}P_{300}K_{240}$ . Найбільша прибавка врожаю отримана при потрійній дозі добрив і вологості ґрунту в 70% НВ. Прибавка залежно від сорту становила від 59,2 до 109 % [107].

Мінеральні добрива впливають на ряд параметрів рослини. Це фотосинтетична діяльність та площа листя; висота та куцистість [108-110, 111]; урожай та його якість [112-121]; вміст нітратів у бульбах та ураженість хворобами [122-124]; виродження [125] та ін.

Протягом 2002-2004 рр. на кафедрі агрохімії та якості продукції рослинництва НУБіП були проведені дослідження щодо впливу добрив на показники фотосинтетичної діяльності картоплі столової середньостиглого сорту Сатурн. На формування листової поверхні впливали як внесені добрива, так і метеорологічні умови. Максимальною площею листової поверхні характеризувався варіант із внесенням 1,5 дози мінеральних добрив у два прийоми ( $N_{60}P_{70}K_{100} + N_{60}P_{50}K_{80}$  при посадці) – 45,2 тис. м<sup>2</sup>/га [108].

Використання мінеральних добрив збільшує не тільки площу листя та кількість пагонів, а й робить кореневу систему більш розвиненою. При цьому загущення насаджень чинить протилежний ефект. Результати дослідів показали, що величина загальної робочої поглинаючої поверхні коріння картоплі визначалась фоном добрив і загущеністю насаджень, що відображається на врожаю бульб. Зростаючі дози мінеральних добрив підвищили коефіцієнт продуктивності кореневої системи картоплі в 1,2-1,4 рази, а збільшення густоти насаджень до 62-65 тис. шт./га знизило його в 1,1-1,2 рази. Загальна і робоча поверхня коріння знижується в 1,5-1,8 раз при збільшенні дози мінеральних добрив до  $N_{225}P_{225}K_{270}$ . При використанні добрив ступінь активності кореневої системи знижувалась на 5-10%, у порівнянні з контролем [126].

На Поліській дослідній станції протягом 1987-89 рр. детально

дослідили вплив 15 різних норм мінеральних добрив на врожайність картоплі та вміст нітратів у бульбах [122].

Найвища урожайність бульб була зафіксована у варіантах із внесенням добрив. Низький вміст нітратів спостерігався практично у всіх варіантах у 1987 р. зі сприятливими погодними умовами і, навпаки, в несприятливому році урожай у варіантах з оптимальними дозами добрив був значно нижчий, а вміст нітратів збільшився, в середньому, в два рази. Підвищення дози азоту до 90 і 120 кг/га д. р. сприяло збільшенню вмісту нітратів до 123,6 мг/кг (при нормі в 120). При виключенні фосфору з набору елементів, що вносилися, вміст нітратів значно збільшувався. Найефективнішою дозою виявилася  $N_{60}P_{60}K_{90}$  на фоні торфокомпосту (урожайність – 372 ц/га, вміст нітратів – 81 мг/кг).

Отже, на вміст нітратів у бульбах картоплі впливають не тільки внесені дози мінеральних добрив, а й суттєво – погодні умови та поєднання поживних елементів у добриві, а також додаткове внесення з добривами органічної речовини.

З метою з'ясування впливу поєднання добрив, доз і місця внесення їх на врожай і якість картоплі на Поліській дослідній станції в 1963 р. було закладено багаторічний дослід. Тривале і систематичне внесення органічних (торфокомпост) та мінеральних добрив (аміачна селітра, гранульований суперфосфат, хлористий калій) сприяло зменшенню ураження картоплі паршею звичайною та ризоктоніозом. Внесення лише органічного добрива збільшувало кількість бульб, уражених паршею звичайною до 7% проти 3,4% на контролі. Сумісне внесення органічних та мінеральних добрив призвело до значного, більш як у 3 рази, зниження ураженості бульб залізистою плямистістю.

Для вирощування сталих високих врожаїв картоплі не менш важливими є оптимальні сівозміни, а також удобрення в них. При тривалому використанні азотних і фосфорних добрив в сівозмінах, вони з часом нагромаджуються у ґрунті в достатній кількості для того, щоб їх

використовувати в мінімальних кількостях.

На Поліській дослідній станції протягом 2006-2010 рр. проводили досліди з метою виявлення впливу удобрення та попередника на урожайність картоплі. Найбільший урожай картоплі серед сівозмін було одержано у п'ятипільній сівозміні – 21,3 т/га, де під картоплю вносили сумісно органічне (40 т/га гною) та мінеральне добриво ( $N_{90}P_{60}K_{90}$ ), попередником був сидеральний пар, під який вносили  $N_{20}$ . Найвищий вміст крохмалю у бульбах було одержано у двопільній сівозміні, де під картоплю вносили тільки мінеральне добриво  $N_{90}P_{60}K_{90}$  – 13,7 % та попередником був сидеральний пар [127].

Системне внесення добрив у сівозміні при обов'язковому вапнуванні сприяло високому рівню окультурення легкого дерново-підзолистого ґрунту [128]. Вапнування послаблює негативну дію мінеральних добрив на актуальну та гідролітичну кислотність. Високі дози азотних добрив помітно впливають на рівень кислотності орного шару. Системне застосування органічних та мінеральних добрив у 6-7 разів підвищило вміст рухомих форм фосфору, а калію – у 4-5 разів відносно агрохімічної характеристики ґрунту перед закладанням досліду. При такому високому рівні окультурення ґрунту невисокі дози мінеральних добрив  $N_{60}P_{30}K_{50}$  забезпечили зростання врожайності картоплі до 21,7 т/га, тоді як при застосування оптимальної дози мінеральних добрив  $N_{90}P_{60}K_{100}$  було отримано, в середньому за 5 років, 22,7 т/га. Отже, за високого вмісту рухомого фосфору і калію в ґрунті можливе зниження застосування мінеральних добрив.

Проведено дослідження [120], аналіз та узагальнення впливу систематичного застосування добрив на родючість дерново-слабокідзолистого глинисто-піщаного ґрунту, продуктивність та якість картоплі. Тривале застосування добрив (1967-1999 рр.) у сівозміні сприяє підвищенню родючості такого типу ґрунту. За період п'яти ротацій вміст рухомого фосфору зріс із 4,0 (на час закладення досліду) до 21 мг/100 г ґрунту, рухомого калію із 3,0 до 7,8 мг/100 г ґрунту при внесенні помірних

доз мінеральних добрив. Кількість гумусу не зросла і була на рівні 0,80-1,02%, вміст загального азоту збільшився від 0,040% до 0,060-0,069%. Добрива позитивно впливали на ріст та розвиток картоплі. Так, у фазі цвітіння площа листової поверхні при застосуванні сидератів +  $N_{100}P_{60}K_{100}$  становила 50,8 тис. м<sup>2</sup>/га, при площі листя на контролі без добрив 19,2 тис. м<sup>2</sup>/га, тобто збільшилась у 2,7 раз. На удобрених варіантах відмічалась тенденція до підвищення вмісту незамінних амінокислот білка. Так, в середньому за чотири роки, їх вміст на контролі без добрив становив 239 мг/г білка. Поєднання 60 т/га гною та  $N_{100}P_{60}K_{100}$  забезпечило вміст незамінних амінокислот 253 мг/г білка, сидерати та  $N_{100}P_{60}K_{100}$  підвищували їх вміст до 261 мг/г білка.

Дуже важливо при використанні мінеральних добрив під картоплю не забувати про органічні, що не тільки підвищують врожайність, а й покращують структуру ґрунту, переводять його мінеральні речовини у більш доступну для рослин форму, підвищують стійкість проти сольового стресу та загальний імунітет рослин. При відсутності добрив тваринного походження насичувати ґрунт органічною речовиною можна за допомогою зелених добрив. Багаторічні дослідження [129] показали, що бездефіцитний баланс гумусу в сівозміні з 50% насиченістю картоплі забезпечується при щорічному внесенні на 1 га не менше 10 т гною і обов'язковому засіванні конюшиною. Без неї вміст гумусу різко знижується. Крім того, важливе значення мають оптимальна вологозабезпеченість та внесення мінеральних добрив в дозі  $N_{100}P_{120}K_{120}$ .

При вирощуванні картоплі в сівозміні найбільш ефективним є сумісне внесення органічних та мінеральних добрив. При застосуванні 60 т/га гною та  $N_{100}P_{60}K_{100}$  одержували в середньому 243 ц/га бульб. Еквівалентна заміна гною мінеральними добривами знизилась врожайність на 65 ц/га. Найбільш продуктивною є семипільна зерново-картопляна сівозміна з внесенням 15,7 т/га гною та  $N_{86}P_{63}K_{72}$ , що забезпечує прибавку в 12,9 ц/га зерна і 35,1 ц/га картоплі [115].

Оптимальне використання добрив також включає в себе диференційоване їх застосування залежно від сорту, його групи стиглості. Для забезпечення найвищої продуктивності різні сорти потребують неоднакової кількості добрив [130,131]. Для сортів Немішаївська біла, Сумська поліпшена, Незабудка і Мімоза, Гатчинська та Прієкульська рання збільшення норми азотно-калійних добрив у складі повного мінерального добрива – понад 120 кг/га азоту і 150 кг/га калію, при 90 кг/га фосфору не сприяло росту врожаю [132]. Ефективність добрив також значною мірою визначається погодними умовами. Чим більша кількість опадів випадає (або при зрошенні) тим більш ефективними є підвищені дози добрив. Особливо це стосується пізніх сортів. Смакові якості картоплі залежно від сорту або погіршувалися при збільшенні доз мінеральних добрив, або залишалися незмінними. Також встановлено оптимальні дози добрив для кожного сорту.

Як вже було зазначено, дуже важливим фактором врожайності та якості картоплі є метеорологічні умови вегетаційного періоду [10, 11, 133]. Також вони впливають і на ефективність застосування мінеральних добрив. Для виявлення впливу метеорологічних умов на врожайність картоплі в основному користуються тільки показниками кількості опадів. Однак, зв'язок між кількістю опадів та врожайністю картоплі має зональний характер. Виявлено, що в Степу між ними існує тісний зв'язок, в Лісостепу він зменшується і майже не відчувається на Поліссі, де важливим обмежуючим фактором є хмарність, яка зменшує надходження сонячної радіації у 5-6 разів. Хмарність, як і забезпеченість вологою, збільшується з південного сходу на північний захід країни. Ступінь забезпеченості рослини картоплі сонячною інсоляцією впливає на її мінеральне живлення. В умовах сонячного літа виникає потреба у посиленні калійного живлення, а при хмарному – кальцієвого.

Дослідники рекомендують для картоплі використовувати складні добрива типу нітрофоски азотно-сульфатної, нітроамофоски і т. д. Доза внесення мінеральних добрив залежить від забезпеченості ґрунту поживними

речовинами та ряду інших умов, але становить не менше  $N_{90}P_{90}K_{90}$ , для ранньої продукції достатньо вносити  $N_{60}P_{60}K_{60}$ . При внесенні основного добрива підживлення можливі лише в умовах зтяжної дощової весни, коли спостерігаються великі втрати азоту. В цих випадках слід вносити 30-60 кг/га азоту в перший період вегетації рослин. Більш пізнє підживлення приводить до подовження процесу вегетації рослин та пізнього бульбоутворення [19].

Важливо використовувати такі норми добрив та способи їх внесення у ґрунт, які б сприяли отриманню високих врожаїв картоплі з високою якістю бульб, і разом з тим, не були джерелом забруднення ґрунтових вод. У цьому відношенні заслуговує на увагу локальний спосіб внесення добрив, який має ряд переваг перед розкидним, а саме: він дає змогу більш рівномірно зосередити у збалансованому співвідношенні поживні речовини безпосередньо в постійно зволоженій зоні розміщення кореневої системи, за рахунок чого підвищується коефіцієнт використання елементів живлення і економічна ефективність добрив в цілому [20, 139-141].

В Інституті картоплярства УААН протягом 1990-1992 рр. [142] вивчали порівняльну ефективність розкидного та локального внесення різних норм добрив (нітроамофоску, аміачну селітру, гранульований суперфосфат та каліймагnezію) для сортів картоплі різних груп стиглості.

За впливом на урожай бульб найбільш ефективним є застосування половинної норми добрив  $N_{45}P_{45}K_{45}$  локально при садінні. При цьому прибуток одержаний такий самий, як від повної норми, внесеної розкидним способом. При рядковому внесенні добрив спостерігається деяке зниження вмісту нітратного азоту – для ранніх та середньоранніх сортів на 15 мг/кг.

Використання добрив в умовах зрошення – один з найважливіших факторів отримання високих врожаїв картоплі на Півдні [134-138].

Зрошувана картопля вирощується, як правило, на ґрунтах з низьким вмістом органічної речовини. Оскільки ці ґрунти не можуть забезпечити рослини достатньою кількістю поживних речовин, при вирощуванні картоплі на зрошенні широко використовуються мінеральні добрива. Однак, при

багаторічному постійному використанні в ґрунті накопичуються певні елементи, а інші стають дефіцитними. Тому ефективна програма удобрення картоплі має ґрунтуватися на рекомендаціях ґрунтових аналізів, аналізах тканин, прогнозних і попередніх врожаях. Аналізи ґрунту здатні надати найбільш точну інформацію для прогнозування реакції рослин на застосовані добрива [92].

Таким чином, використання мінеральних добрив впливає не лише на врожайність та якість бульб картоплі, а й на: рівень захворюваності, фотосинтетичну активність, розвиток кореневої системи, вироджуваність, вміст нітратів та урожайність в сівозмінах.

Встановлено, що для картоплі на зрошенні в умовах Півдня України найкраще використовувати комплексні добрива типу нітроамофоски або проводити аналіз ґрунту для визначення необхідної кількості та складу добрив; вносити на початку вегетаційного періоду локально в гребінь не більше  $N_{90}P_{90}K_{90}$ .

Якщо застосування мінеральних добрив без зрошення та в комплексі з традиційними видами поливу вивчено достатньо, то тема удобрення при крапельному поливі та фертигація картоплі на півдні України в науковій літературі освітлена мало.

#### **1.4 Ефективність зрошення при вирощуванні картоплі як окремого фактора, так і у взаємодії з удобренням, використання краплинного способу поливу**

Картопля досить вимоглива до вологи, оскільки формує велику підземну масу при відносно малорозвиненій кореневій системі. Близько 70% коріння картоплі розміщується на глибині до 30 см, а окремі корені досягають глибини 1,5 м [143].

Найменше вологи картоплі потрібно під час проростання й появи сходів, коли молоді рослини використовують вологу з материнської бульби. Функцію

регулятора з забезпечення вологою відіграють також молоді бульби. В умовах нестачі вологи в ґрунті рослина бере воду з бульб, а при повному зволоженні – бульби наповнюються вологою і є додатковим резервом її для росту рослин [144-148].

З ростом рослин підвищується потреба картоплі у вологі, особливо у період бутонізація-кінець цвітіння. Транспіраційний коефіцієнт картоплі становить 400-550. В окремі спекотні дні куц картоплі випаровує до 4 л води. Тому в районах недостатнього зволоження всі агрозаходи мають бути спрямовані на нагромадження запасів вологи в ґрунті. У таких умовах картопля добре реагує на полив [149-151].

За вегетаційний період рослини картоплі витрачають велику кількість води, але тільки незначна її частина (до 0,5%) використовується на формування маси рослини, а решта випаровується. На 1 га посадок картоплі за вегетаційний період випаровується 2000-4000 м<sup>3</sup> води, в тому числі рослиною – 40%, ґрунтом – 60%. На утворення одиниці сухої маси картопля витрачає 280-450 одиниць води [24, 152]. Нестача води чинить дуже серйозний вплив на врожайність бульб картоплі та їх якість, що пояснюється, зокрема, неглибокою кореневою системою [153-156]. Оптимальна вологість ґрунту для формування високого врожаю змінюється в залежності від родючості і механічного складу ґрунту, сонячного освітлення, температури повітря, особливостей сорту. Наприклад, на суглинкових ґрунтах вона повинна бути на 5-10%, глинистих – на 20-25% нижчою, ніж на супіщаних [9].

В різних агрокліматичних зонах України зрошення має різну ефективність. Наприклад, правильним і своєчасним застосуванням поливів в умовах Лісостепу можна подвоїти урожай картоплі і досягти сталих врожаїв у 300 ц/га [157]. На Півдні при вирощуванні картоплі волога є основним обмежуючим фактором для збільшення продуктивності рослин. Гідротермічний коефіцієнт в Степу не перевищує 0,9, в Південному Степу – 0,6-0,7. Це означає, що у вигляді опадів випадає тільки 60-70% вологи, що



випаровується. Тому без використання зрошення практично неможливо отримувати стабільні врожаї продукції.

Зрошення пом'якшує мікроклімат в посадках, створює умови для одержання високих сталих врожаїв [159-163]. Ефективність зрошення доведено багаточисленними дослідженнями в Степу [164-169]. За даними багатьох дослідників [170-176] зрошення дозволяє оптимізувати процеси вологообміну рослин, їх ріст та розвиток і, як наслідок, підвищити продуктивність картоплі у 1,5-4,0 рази [177].

Зрошення створює умови для повної віддачі добрив, а ті, в свою чергу, збільшують ефективність зрошення. Наприклад, за результатами багаторічних досліджень в умовах Молдови прибавка врожаю бульб від внесення добрив без зрошення становила лише 3 ц/га, на фоні поливів – 25, від зрошення без добрив – 82, від сумісної дії добрив та зрошення – 107 ц/га [16].

За умови внесення добрив до посадки картоплі протягом вегетаційного періоду може виникнути дефіцит деяких елементів живлення рослин. Фертигація, або внесення добрив з поливною водою допоможе вирішити проблему забезпеченості азотом, калієм, фосфором та іншими елементами [178]. За даними досліджень, ефективність застосування добрив локально при садінні та з поливною водою в період вегетації практично однакова. Застосування добрив в такий спосіб передбачає використання насамперед повністю розчинних або рідких форм. Як і при внесенні в ґрунт дозу мінеральних добрив призначають, виходячи з наявності поживних речовин в ґрунті за результатами аналізів. Підживлення проводять до початку цвітіння. Застосовують спеціалізовані добрива для краплинного зрошення або відфільтровану витяжку комбінованих добрив [31].

Швидке розширення зрошуваних площ з метою отримання високих і сталих врожаїв сільськогосподарських культур зумовило економічне та ефективне використання водних ресурсів [179]. Такий стан сприяв пошуку та розвитку нових способів поливу, зокрема краплинного зрошення. Порівняно з

традиційними способами поливу воно має цілу низку незаперечних переваг, що доведено у всьому світі [137, 138, 167, 180-182]. Застосування цього способу поливу при вирощуванні с.-г. культур дозволило підвищити урожайність на 30-50% при економії поливної води у 3-5 разів, мінеральних добрив на 20-40%, енергетичних ресурсів на 50-70% тощо [183, 184]. На основі багаторічних досліджень доведено позитивний вплив краплинного зрошення на врожайність картоплі [185-190].

При застосуванні краплинного зрошення створюється можливість безпосереднього забезпечення рослин водою та елементами живлення. Цей спосіб дозволяє найбільш економно витратити поливну воду при локальному зволоженні ґрунту, він простий в експлуатації, не потребує планування площ і може забезпечити зрошення на схилах, тобто без великих економічних витрат отримувати високу продуктивність рослин. Краплинне зрошення дозволяє підтримувати вологість кореневмісного шару під час вегетаційного періоду на оптимальному рівні без значних її коливань, характерних для всіх інших способів зрошення [191-198].

Проте, поряд з позитивним досвідом використання краплинного зрошення існують результати досліджень, які свідчать про те, що в практичних польових умовах фактичний ефект від краплинного зрошення може бути значно нижче очікуваного, залежно від багатьох чинників на рівні кожного окремого господарства. Системи краплинного зрошення мають високу вартість, складність будови, необхідність високовартісного обслуговування елементів системи. Також існують негативні екологічні наслідки краплинного способу поливу – створення при поливах водою, обмежено придатною для зрошення, так званих «сольових мішків», тобто локальних ділянок з вторинним осолонцюванням ґрунту [199, 200].

Зрошення ранньої картоплі, незалежно від способу поливу та характеру погоди в роки проведення досліджень, збільшувало врожайність картоплі в 1,3-1,6 рази, порівняно з неполивними умовами. Застосування краплинного зрошення на ранній картоплі дозволяє значно скоротити зрошувальні норми,

порівняно з поливом дощуванням і по борознах, при близькому рівні врожайності [177, 201].

В Інституті зрошувального землеробства НААН вивчався режим зрошення картоплі літнього садіння. Для умов середнього року був розроблений режим зрошення 70-80 % НВ в період бульбоутворення з проведенням 4 вегетаційних поливів зрошувальною нормою 2000 м<sup>3</sup>/га [117]. Пізніше Інститутом дані уточнені (загальне водоспоживання картоплі складає 2100-4100 м<sup>3</sup>/га), а також диференційовані для різних видів поливу: поливна норма для середньосуглинкових ґрунтів при дощуванні складає 350-400 м<sup>3</sup>/га, при краплинному зрошенні – 250-280 м<sup>3</sup>/га [139, 140, 158].

### **Висновки до розділу 1**

1. Технологічні процеси вирощування картоплі у світі істотно відрізняються між собою виходячи з неоднакових ґрунтово-кліматичних умов, інфраструктури, рівня розвитку матеріально-технічної бази та наукового супроводу. Розробки світової науки направлені на ефективне використання водних ресурсів, мінімізацію застосування мінеральних добрив та ін.

2. Для отримання сталих та високих врожаїв картоплі на півдні України необхідне комплексне застосування добрив та економічно вигідних і еколого-безпечних способів зрошення. Одним з таких є краплинне зрошення. Проте досі залишається недостатньо вивченим питання взаємодії режимів зрошення та різноманітних способів удобрення для визначення найбільш продуктивного та економічного варіанту.

За матеріалами досліджень даного розділу опубліковано наукові праці, які розміщені в списку використаних джерел під номерами [209, 210].

## РОЗДІЛ 2

### УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 2.1 Характеристика ґрунтового покриву дослідного поля

Дослідження проводили протягом 2013-2015 рр. в Інституті зрошуваного землеробства НААН України (ІЗЗ НААН), розташованого на правому березі р. Дніпро в зоні Інгулецької зрошувальної системи.

Ґрунт дослідної ділянки: темно-каштановий слабосолонцюватий середньосуглинковий, ґрунтоутворююча порода – льосовидний суглинок. Гумусовий горизонт становить 47-52 см і характеризується високою розпушеністю, зв'язністю та схильний до запливання, що пов'язано з його природною солонцюватістю та вузьким співвідношенням  $\text{Ca}^{2+}$  та  $\text{Mg}^{2+}$  (2,5-2,8).

Водно-фізичні та фізико-хімічні властивості ґрунту дослідної ділянки, в цілому, є типовими для темно-каштанових середньосуглинкових ґрунтів південного Степу України.

Крім того, при висиханні ґрунт відзначається високою щільністю, низькою водопроникністю й схильний до набухання. В орному шарі вміст гумусу 2,2%, в метровому шарі ґрунту найменша вологоємність – 21,3%, вологість в'янення – 9,5% від маси сухого ґрунту, щільність будови – 1,41 т/м<sup>3</sup>, рН водної витяжки орного шару ґрунту – 6,8-7,2 (табл. 2.1).

Підґрунтові води залягають на глибині 18-20 м і практично не впливають на водно-повітряний режим зони активного вологообміну.

Для зрошення використовували воду з свердловини, рівень мінералізації якої в період досліджень був в межах 1,4-1,6 г/дм<sup>3</sup>. За аніонним складом вода хлоридно-сульфатна, за ДСТУ 2730-94 відноситься до II класу, обмежено придатна для зрошення.

Таблиця 2.1

**Водно-фізичні властивості ґрунту дослідної ділянки  
(дані лабораторії зрошення ІЗЗ НААН)**

Шар ґрунту, см	Щільність будови, т/м <sup>3</sup>	Найменша вологоємність, % від маси сухого ґрунту	Вологість в'янення, %		Запаси продуктивної вологи, м <sup>3</sup> /га
			від маси сухого ґрунту	від НВ	
0-10	1,52	23,5	9,3	39,6	215,8
10-20	1,55	23,5	9,3	39,6	220,1
20-30	1,38	22,9	9,6	41,9	183,5
30-40	1,35	22,0	10,2	46,4	159,3
40-50	1,34	21,0	10,4	49,5	142,0
50-60	1,34	20,7	9,6	46,4	148,7
0-30	1,48	23,3	9,4	40,3	617,2
0-50	1,43	22,6	9,8	43,4	915,2
0-70	1,40	22,0	9,7	44,1	1205,4
0-100	1,41	21,3	9,5	44,6	1663,8

Згідно даних лабораторії меліоративного ґрунтознавства ІЗЗ НААН вміст гумусу в орному шарі дослідної ділянки до 0,6 м становить від 2,15 % до 1,07 %. Вміст валового азоту різко зменшується від поверхні до 0,6 м (0,171% – 0,1%). Таким чином необхідне внесення азотних добрив. Попри достатню кількість обмінного калію в орному шарі (щонайменше 210 мг/кг), рослини картоплі потребують внесення додаткового фосфору (табл. 2.2).

Таблиця 2.2

**Агрохімічна характеристика ґрунту дослідної ділянки (дані лабораторії меліоративного ґрунтознавства ІЗЗ НААН)**

Властивості ґрунту і породи, см	Шари ґрунту і породи, см						
	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100	100-150	150-200
Вміст гумусу, %	2,15	1,66	1,07	0,77	0,51	0,50	0,54
Вміст валового азоту, %	0,171	0,148	0,100	0,092	0,090	0,049	0,055
Вміст валового фосфору, %	0,091	0,072	0,041	0,045	0,046	0,051	0,051
Нітрифікаційна здатність ґрунту, мг/кг	19,0	8,6	6,3	3,6	7,8	6,7	6,3
Вміст обмінного калію, мг/кг	330	260	210	210	200	220	240
Сума легкокорозчинних солей, %	0,08	0,07	0,06	0,08	0,06	0,06	0,07

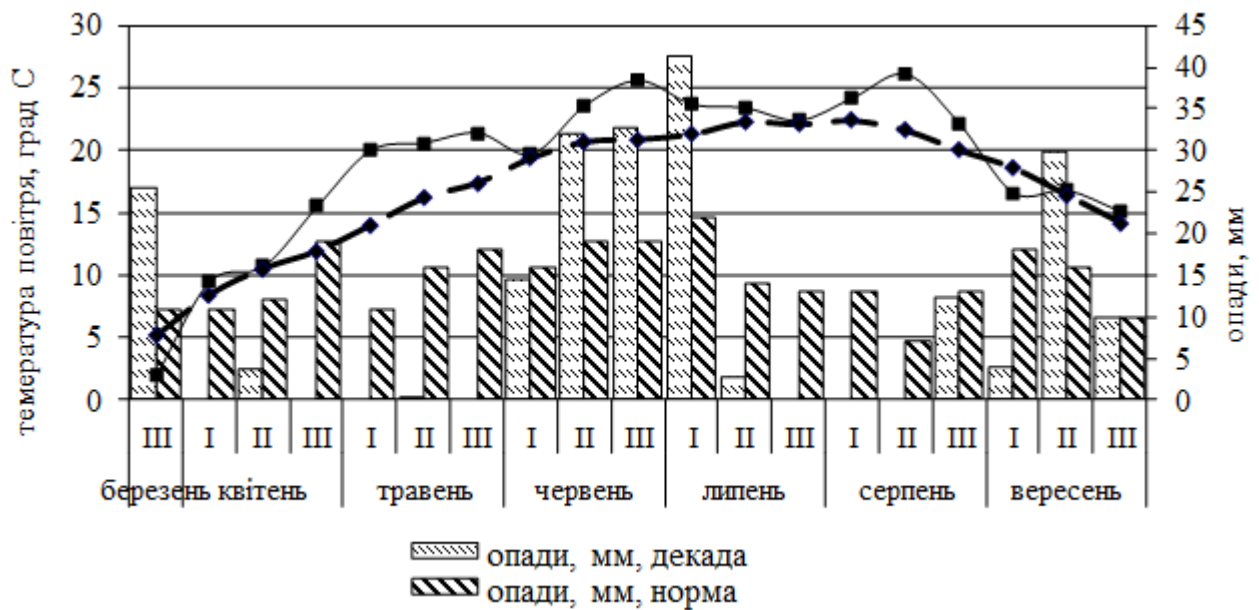
## 2.2 Клімат зони Південного Степу України та погодні умови в роки проведення досліджень

Дослідні поля Інституту зрошуваного землеробства НААН входять в південний агрокліматичний район, помірно жаркий, дуже посушливий, гідротермічний коефіцієнт за Селяніновим – 0,6. Клімат регіону характеризується значними ресурсами тепла, недостатньою кількістю опадів, особливо в літній період і нерівномірним розподілом їх протягом року. Для регіону характерні різкі коливання температури в зимовий період, часто з повною відсутністю опадів. За даними метеостанції м. Херсон середньобогаторічне значення опадів становить 354 мм і найбільша їх кількість випадає в літні місяці – 114 мм, що складає 34% річної кількості. Середньорічна температура повітря 9,8°C. Вегетаційний період триває 170-200 днів. Сума позитивних температур за цей період досягає 3200-3600°C. Ефективних опадів за вегетаційний період випадає 200-300 мм. Весна коротка і характеризується швидким наростанням тепла, низькою відносною вологістю повітря при сильних східних і південно-східних вітрах, що призводять до інтенсивного висушування поверхневих шарів ґрунту. Перехід температури через 5°C спостерігається в середині березня. Період з температурою вище 10°C починається в третій декаді квітня, а 15°C, як правило, в першій декаді травня. Літо найчастіше жарке і посушливе. Максимальна температура повітря в окремі дні досягає 39-40 °C. Відносна вологість повітря в денні години в червні-серпні нерідко знижується до 35-49%. За період з квітня по вересень спостерігається в середньому 10 суховійних днів. Опади випадають переважно у вигляді злив, швидко стікають і випаровуються. Тривалість бездощових періодів знаходиться в межах 40-45 днів, а в окремі роки – 60 днів і більше [227].

Характеристика погодних умов в роки досліджень зроблена на основі даних групи спостережень Херсонського центрального гідрометеобюро, що розташоване безпосередньо на території ІЗЗ НААН України на відстані 800 м

від дослідної ділянки.

Остання декада березня 2013 р. характеризувалась значними та різкими перепадами температур – 23.03 за декілька годин температура повітря змінилась з +8 до -13°C з дощем та снігом. Середня температура повітря за декаду склала 2,0 °С, що менше за норму на 3,1°C (рис. 2.1).



**Рис. 2.1. Температура повітря та опади вегетаційного періоду 2013 р.**

Наступний місяць почався з різкого потепління – за першу декаду середня температура повітря підвищилась до 9,5°C з максимальними позначками до 20,4°C. При відсутності опадів це дозволило розпочати польові роботи та приступити до садіння картоплі вже 4 квітня. У квітні місяці температури повітря наростали дуже швидко: якщо у другій декаді середня температура повітря була близькою до норми та сума ефективних температур більше 10°C складала 9,2 проти норми 20°C, то вже в наступній декаді середня температура підвищилась до 15,5°, що вище за норму на 3,6°, а суми ефективних температур більше 5 та 10° перевищили багаторічні. Також у третій декаді квітня, на 9 днів раніше за багаторічні дати, відбувся перехід середньодобових температур через відмітку в 15° С. У травні спостерігалась суха та спекотна погода – температурні показники перевищували багаторічні на 6 (перша декада) – 4°C (третя декада). На протязі місяця спостерігалось

14 днів з посухою та 6 днів з температурами більше 30°C. За місяць випало 0,3 мм опадів.

Початок червня характеризувався теплою, близькою до температурної норми погодою зі значними (14,6 мм) опадами – на протязі першої декади лише один день повітря прогрівалось більше 30 °С, посухи не було.

Але вже в наступні дні перевищення норми температури склало 2,9°C, максимальна температура повітря сягала 34,1°C, поверхня ґрунту нагрівалась до 60,5°C, в денні години 5 днів з 10 повітря нагрівалось більше 30°C. П'ять днів було із посухою, а в кінці декади пройшли рясні зливові дощі 31,9 мм. Третя декада червня характеризувалась також спекотною погодою, коли середньодобова температура повітря перевищувала багаторічні показники на 4,7°C, зі зливами 32,6 мм. Але в той же час 7 днів у денні години повітря прогрівалось більше 30°C, а 3 дні були з посухою. Ґрунт нагрівався до 64,7°C.

Підсумовуючи метеорологічні умови першої половини вегетації картоплі у 2013 р. можна сказати, що вони були дуже жорсткі та несприятливі для росту рослин на початкових періодах розвитку та для формування раннього врожаю бульб: сума температур більше 15°C на час раннього збирання складала 432°C, при нормі 223,6, що вказує на аномальні температурні умови. За період вегетації до раннього збирання спостерігалось 21 день з посухою та 19 днів з температурою більше 30 °С. Опадів від садіння до збирання раннього врожаю випало 108 мм при нормі 130. За критерієм Іванова коефіцієнт зволоження за перший період вегетації склав 0,21, що відповідає умовам пустелі.

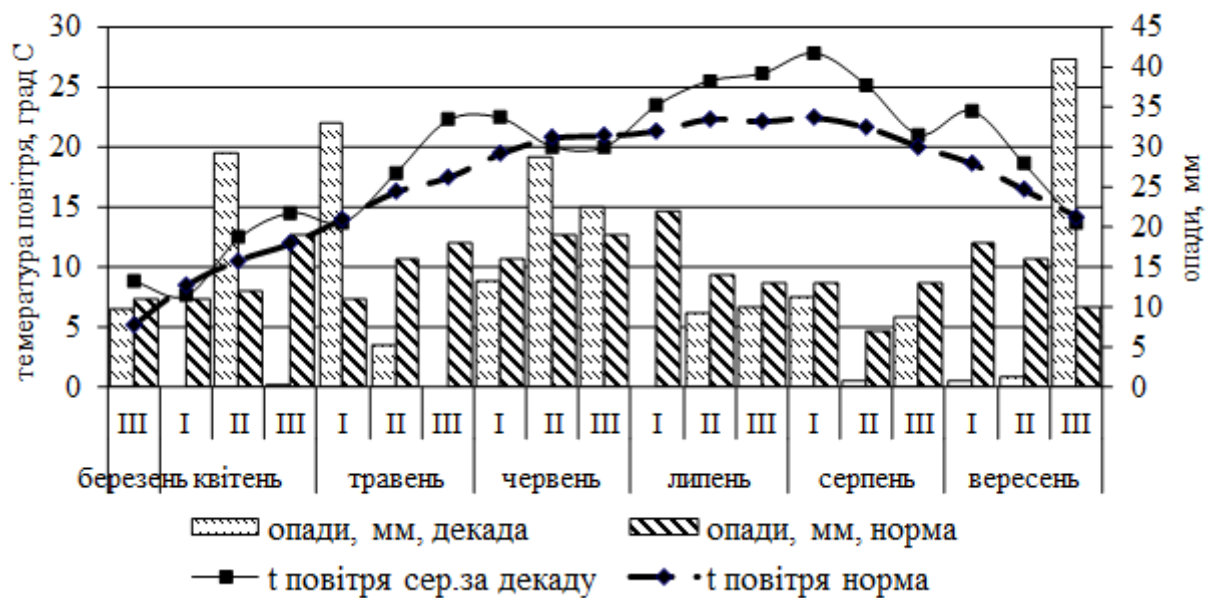
Початок липня відзначився дуже сильною зливою – 41,4 мм, але це не пом'якшило температурного фону – в першу декаду середня температура повітря склала 23,7°C, що на 2,7°C вище за норму. На протязі декади шість днів повітря прогрівалось вище 30°C, а максимальна температура сягала 33,2°C. В подальшому встановилась спекотна, практично без опадів погода, але середні показники температури повітря були близькими до норми. В



цілому погода липня була спекотною – 15 днів повітря прогрівалось більше 30°C, а 9 днів були з посухою.

Отже, погодні умови 2013 р. були в цілому несприятливими для формування врожаю картоплі біологічної стиглості, особливо в період від сходів до бутонізації.

Остання декада березня 2014 р. характеризувалась значним підвищенням температури повітря та ґрунту, що дозволили розпочати садіння картоплі вже 24 березня. Середня температура повітря за декаду склала 8,8 °С, що вище за норму на 3,7°C (рис. 2.2).



**Рис. 2.2.** Температура повітря та опади вегетаційного періоду 2014 р.

Наступний місяць розпочався порівняно прохолодною погодою в першій декаді: температура повітря була нижче норми на 0,8 °С. В другій декаді випали суттєві опади (29,2 мм) та різко почала наростати температура повітря, яка перевищила норму на 1,9°C, в третій – на 2,6°C. На початку травня випали рясні дощі – 33 мм, які спричинили зниження температури повітря до 13,7 °С (на 0,3°C нижче за норму), але вже в другій декаді місяця спостерігалось різке підвищення температури повітря і в третій декаді вона сягала 22,2 °С, що на 4,8 вище за норму. На додаток до цього, наприкінці травня вже було зафіксовано 4 дні з посухою.

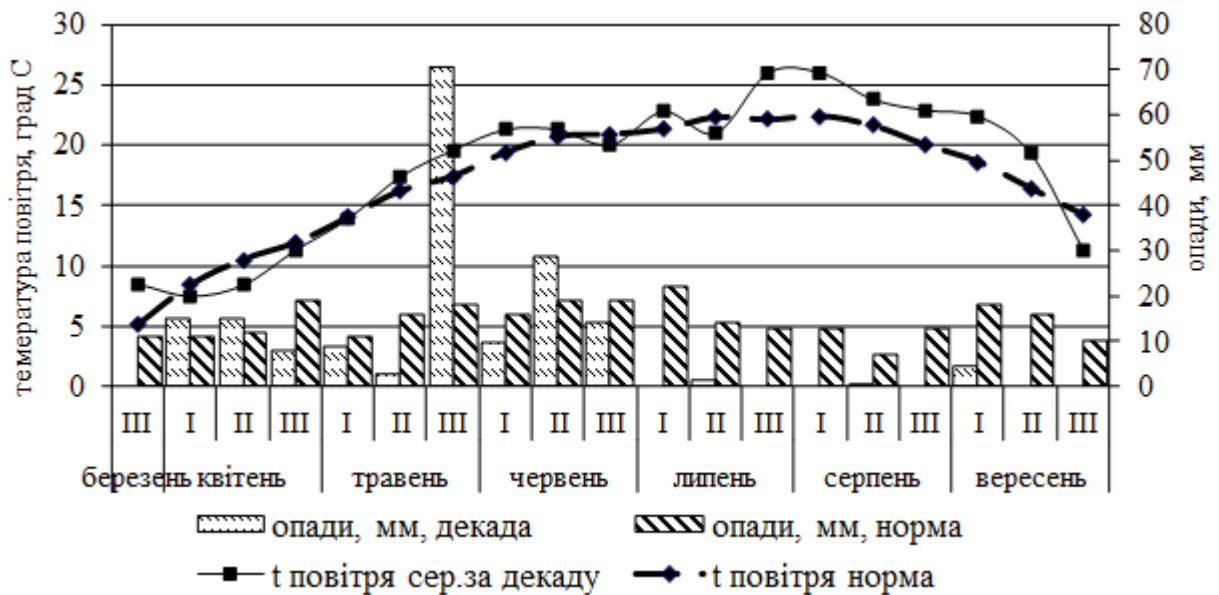
Перша декада червня відрізнялась високою температурою повітря (на 3°C вище за норму), за цей період відмічено 3 дні з посухою і тільки наприкінці декади пройшли опади, що носили зливовий характер, температура знизилась до середньобогаторічних позначок, але поряд з цим протягом другої декади було відмічено 3 дні з посухою. За другу декаду випало опадів 150% від норми. На протязі третьої декади продовжувались дощі, температура повітря складала 20°C, що на рівні середньобогаторічних. В цілому за червень випало 64,4 мм опадів, що склало 120% від норми.

Підсумовуючи метеорологічні умови першої половини вегетації картоплі у 2014 р. можна сказати, що вони були відносно сприятливі для отримання сходів та розвитку картоплі до формування раннього урожаю бульб. За період вегетації до раннього збирання спостерігалось 12 днів з посухою. Опадів від садіння до збирання раннього врожаю випало 141 мм при нормі 152. За критерієм Іванова коефіцієнт зволоження за перший період вегетації склав 0,41, що відповідає умовам степу.

Початок липня відзначився значним підвищенням температури повітря, яка в першій декаді перевищувала середньобогаторічні показники на 2,2 °C при повній відсутності опадів. За першу декаду спостерігалось 3 дні з посухою. В середині місяця температура повітря продовжувала підвищуватись до 25,5°C, кількість днів з посухою зафіксовано 4, незначні опади впродовж декади носили короткочасний зливовий характер та не пом'якшували умови – середня за декаду вологість повітря не перевищувала 56%. Найбільш жорсткі умови за липень склались в третій декаді – 8 днів були з посухою, вологість повітря 49%, середня температура повітря 26,1°C, що на 4,0°C вище за багаторічну. Наприкінці місяця випали опади загальною кількістю 10 мм.

Погодні умови вегетаційного періоду картоплі біологічної стиглості в 2014 р. були сприятливими для росту та розвитку рослин, особливо у період активного росту, що дозволило зібрати найбільший за три роки проведення дослідів врожай.

Остання декада березня та перша декада квітня 2015 р. характеризувалась прохолодною з рясними опадами погодою, що обумовило початок польових робіт тільки на початку квітня. Картоплю весняного строку садіння посадили у ґрунт 15 квітня. Третя декада місяця характеризувалась температурою близькою до норми (середня за декаду 11,3°C) з опадами 53% від норми – 10,1 мм (рис. 2.3).



**Рис. 2.3.** Температура повітря та опади вегетаційного періоду 2015 р.

Наступний місяць розпочався температурою близькою до норми зі значними опадами. Максимальна температура підвищувалась у повітрі до 22,5°C, на поверхні ґрунту до 46,5°C тепла. Середня температура повітря за декаду була 13,9°C, що на 0,2°C нижче норми. Опадів за декаду випало 13,7 мм при нормі 15,0 мм. Друга декада травня характеризувалась теплою без істотних опадів погодою. Максимальна температура підвищувалась у повітрі до 28,0°C, на поверхні ґрунту до 54,5°C.

Середня температура повітря за декаду була 17,4°C, що на 0,8°C вище норми. Опадів за декаду випало 2,5 мм при нормі 14,0 мм. Третя декада травня характеризувалась теплою зі значними опадами погодою. Середня декадна температура повітря склала 19,6°C тепла, що на 2,2°C вище норми. За декаду опадів випало 70,7 мм при нормі 13 мм. Протягом декади

спостерігалось 5 днів з росою, 2 дні – з опадами та суховіями і 1 день – з туманом.

Погода першої декади червня характеризувалась жаркою без суттєвих опадів погодою. Середня декадна температура повітря склала  $21,3^{\circ}$  тепла, що на  $2,1^{\circ}\text{C}$  вище норми. Опадів випало 7,1 мм при нормі 13 мм. Протягом декади спостерігалось 8 днів з росою, 3 дні – з опадами, 1 день – з суховієм. Наступні десять днів середня температура повітря склала  $21,3^{\circ}\text{C}$ , що на  $1,8^{\circ}\text{C}$  вище норми. Максимальна температура повітря в найтепліші дні декади підвищувалась до  $33,0^{\circ}\text{C}$  тепла, поверхня ґрунту в денні години прогрівалась до  $63,8^{\circ}\text{C}$ . Опадів випало 3,4 мм при нормі 18 мм. Протягом декади спостерігалось 4 днів з росою, 3 – з опадами та грозами. Наприкінці місяця температура повітря дещо знизилась та пройшли рясні дощі: середня декадна температура повітря склала  $20,0^{\circ}\text{C}$ , що на  $1,2^{\circ}\text{C}$  нижче норми. Максимальна температура повітря в найтепліші дні декади підвищувалась до  $30,7^{\circ}\text{C}$  тепла, поверхня ґрунту в денні години прогрівалась до  $62,5^{\circ}\text{C}$ . Опадів випало 27,8 мм при нормі 14 мм.

Підсумовуючи метеорологічні умови першої половини вегетації картоплі у 2015 р. можна сказати, що вони були відносно сприятливими. Загальна кількість опадів склала 134,2 мм, що на 51% перекривала випаровування, тобто за критерієм Іванова коефіцієнт зволоження відповідає умовам степу.

Липень почався жаркою з дуже сильними опадами погодою. Середня декадна температура повітря склала  $22,8^{\circ}$  тепла, що на  $1,5^{\circ}$  вище норми. Максимальна температура повітря в найтепліші дні декади підвищувалась до  $34,5^{\circ}$ , поверхня ґрунту в денні години прогрівалась до  $57,8^{\circ}$ . Опадів випало 84,9 мм, при нормі 22 мм. В другій декаді місяця середня декадна температура повітря склала  $21,0^{\circ}$  тепла, що на  $1,3^{\circ}$  нижче норми. Опадів випало 19,7 мм, або 141% норми, було 4 дні з опадами та 2 з грозами. В кінці місяця встановилась жарка та суха погода з температурою на  $3,9^{\circ}\text{C}$  вищою за норму. Максимальна температура повітря в найтепліші дні декади

підвищувалась до 36,6°, поверхня ґрунту в денні години прогрівалась до 60,3°. Протягом декади спостерігалось 9 днів з росою.

Умови вегетаційного періоду картоплі біологічної стиглості в 2015 р. були відносно сприятливими. В цілому погодні умови за період 2013-2015 рр. були різноманітними, як несприятливими (2013 р.), так і відносно сприятливими (2014-2015 рр.), в основному, в період активного росту та розвитку рослин картоплі.

### 2.3 Схема досліду та методика проведення досліджень

Встановлення особливостей водоспоживання, ростових та продукційних процесів картоплі залежно від елементів технологічного процесу вирощування за краплинного зрошення проводили відповідно до мети та завдань досліджень шляхом постановки у 2013-2015 рр. польового короткострокового двофакторного досліду за схемою, наведеною у таблиці 2.3.

Дослід закладався методом розщеплених ділянок. Ділянки першого порядку мали посадкову площу 98 м<sup>2</sup>, облікову – 49 м<sup>2</sup>, другого – 14 і 7 м<sup>2</sup>, чотирирядкові. Повторність чотириразова. Площа живлення 70х25 см.

Таблиця 2.3

Схема досліду

Розрахунковий шар, м (фактор А)*	Спосіб внесення добрив (фактор В)
0,6 0,4 0,2	Без добрив
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> локально при садінні
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> з поливною водою
	Розрахункова доза на отримання врожаю бульб 35т/га локально при садінні
	Розрахункова доза на отримання врожаю бульб 35т/га з поливною водою

Примітка: \*- прийнятий режим передполивної вологості ґрунту 80-80-70% НВ, диференційовано за періодами:

- сходи – бутонізація
- бутонізація – цвітіння
- цвітіння – відмирання бадилля

Для мінерального живлення у дозі  $N_{60}P_{60}K_{60}$  локально при садінні використовували нітроамофоску  $N_{15}P_{15}K_{15}$  (400 кг/га),  $N_{60}P_{60}K_{60}$  роздрібно з поливною водою – Мастер  $N_{20}P_{20}K_{20}$  (300 кг/га), розрахункова доза при садінні – селітра аміачна  $N_{134}$  (394 кг/га); розрахункова доза роздрібно з поливною водою – карбамід  $N_{134}$  (319 кг/га). Фертигація проводилась до фази цвітіння.

Одним з найкращих, адаптованих до погодних умов півдня України сортів картоплі для вирощування на зрошенні є сорт Кобза, використаний у досліді. Він має наступні характеристики: ранньостиглий сорт картоплі столового призначення; бульби короткоовальні, білі, з гладкою шкіркою, малочисленими і неглибокими вічками; м'якуш креманий, смакові якості добрі; квітки білі. Оригінація – Інститут картоплярства НААН. Технологічна врожайність – 21 т/га на 40-45 день після сходів, 52 т/га в кінці вегетації, в літньому садінні свіжозібраними бульбами – 22, минулорічними – 35 т/га.

Вміст крохмалю – 17,1-18,7%. Смакові якості – 4,2 бали. Стійкий до раку, стеблової нематоди, фузаріозу і парші звичайної. Відносно стійкий до кільцевої гнилі, уражується вірусом М та фітофторозом. Рекомендовані зони вирощування – Полісся, Лісостеп, Степ. Сорт занесений до Державного Реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 1995 р.

Дослідження проводились згідно чинних методик щодо проведення польових дослідів та супутніх досліджень [229-232], спостереження за вологістю ґрунту [233, 234], розрахунок поливних норм – згідно рекомендацій з оперативного контролю та управління режимом зрошення сільськогосподарських культур із застосуванням тензіометричного методу [235]; збирання та облік урожаю – згідно методичних рекомендацій щодо проведення досліджень з картоплею [230]; структуру урожаю визначали, враховуючи вимоги ДСТУ 4013-2001 «Сортові та посівні якості картоплі насінневої. Технічні умови» [236]; статистична обробка даних дослідів проводилась за методиками Ушкаренко В.О. [237]; економічна оцінка проводилась на основі нормативів [238], норм та розцінок, що прийняті в

Інституті зрошуваного землеробства НААН для виробництва с.-г. культур. Розрахунок енергетичної ефективності провели згідно методик розрахунку енергетичної ефективності технологій вирощування сільськогосподарських культур [239].

У дослідженнях використовували тензіометри з вакуумметрами ОСНОВА М.2-В, виготовлені за ТУ У 33.2-36628922-001:2010. Тензіометри встановлювали на верхівку гребеня на глибину 0,2; 0,4 та 0,6 м. Для виключення похибок показань тензіометрів, пов'язаних із накопиченням повітря у системі, проводили регулярні дозаправки їх дистильованою водою. З метою усунення похибок, пов'язаних з коливаннями температури повітря на величину всмоктувального тиску, заміри потенціалу вологості ґрунту проводили в один і той же час (близько 8-ї години ранку) щоденно протягом вегетації.

Водозабір здійснювали із свердловини через водонапірну башту Рожновського. Для запобігання потрапляння забруднюючих речовин у систему краплинного зрошення було встановлено дисковий фільтр.

Зволоження ґрунту здійснювали за допомогою системи краплинного зрошення з використанням краплинної стрічки JAIN Irrigation Inc 5-06-15-484-В. Відстань між водовипусками становила 0,15 м, витрата води – 0,98 дм<sup>3</sup>/год, 484 л/год на 100 п. м. Краплинна стрічка розміщувались у гребені на поверхні ґрунту.

Для визначення вихідного запасу вологи у метровому шарі ґрунту застосовували термостатно-ваговий метод (ГОСТ 28268-89 [233], СанПиН 42-128-4433-87 [234]). Водоспоживання визначали в періоди: сходи – бутонізація; бутонізація – цвітіння; цвітіння – збирання.

Величину сумарного водоспоживання визначали методом водного балансу за рівнянням:

$$E = 10\mu P + (W_1 - W_2) + W_{zp} + M, \text{ м}^3/\text{га}, \quad (2.1)$$

де  $E$  – сумарне водоспоживання за період вегетації, м<sup>3</sup>/га;

$\mu$  – коефіцієнт використання опадів;

$P$  – кількість опадів, мм

$W_1$  – запаси ґрунтової вологи в кореневмісному шарі ґрунту в період посіву, м<sup>3</sup>/га;

$W_2$  – запаси ґрунтової вологи в кореневмісному шарі ґрунту в період збирання врожаю, м<sup>3</sup>/га;

$W_{zp}$  – використання ґрунтових вод, м<sup>3</sup>/га;

$M$  – зрошувальна норма, м<sup>3</sup>/га.

Поливи призначали за методичними рекомендаціями з застосування біофізичного методу для визначення ефективних запасів вологи у ґрунті та строків поливу сільськогосподарських культур. Водний баланс ґрунту є основою даного методу, *сумарне випаровування з поля* – головна витратна частина даного методу [244].

Від фази сходів до бутонізації його визначали за формулою:

$$E = \sum t \cdot \left(0,1t_c - \frac{a}{100}\right), \quad (2.2)$$

де  $E$  – сумарне випаровування за визначений проміжок часу (доба), м<sup>3</sup>/га;

$\sum t$  - сума середньодобових температур повітря за потрібний період, °С;

$t_c$  – середньодобова температура повітря цього періоду, °С;

$a$  – середня відносна вологість повітря за період, %.

Від фази бутонізації до збирання картоплі – за формулою:

$$E = \sum t \cdot \left(0,1t_c + 1 - \frac{a}{100}\right) \quad (2.3)$$

*Поливні норми* для зрошення розраховувались за формулою [239]:

$$m = 100 \cdot h \cdot \alpha \cdot s \cdot (\beta_{HB} - \beta_{\min}), \quad \text{м}^3/\text{га}, \quad (2.4)$$

де  $h$  – глибина зволоження ґрунту, м;



$S$  – частка зволоженої площі у частках від одиниці (0,71 для краплинного зрошення);

$\alpha$  — щільність складання розрахункового шару ґрунту, т/м<sup>3</sup>;

$\beta_{НВ}$  – вологість ґрунту, що відповідає найменшій вологоємності, % до маси сухого ґрунту;

$\beta_{min}$  – розрахункова вологість ґрунту, % до маси сухого ґрунту.

Нами проводились наступні спостереження, вимірювання та розрахунки:

*Фенологічні спостереження* проводилися візуально. Відмічався початок (10%) та масовий (75%) наступ фаз розвитку рослин: сходів, бутонізації, цвітіння, відмирання бадилля.

*Облік густоти насадження рослин та кількості стебел* проводився шляхом суцільного підрахунку кількості рослин та стебел на обліковій частині ділянки.

*Для визначення середньої висоти рослин* заміряли висоту (до кінця листя) всіх рослин у варіанті та виводили середній показник.

*Чисту продуктивність фотосинтезу* визначали наступним чином:

Відбір зразків проводили через 10 днів, починаючи з фази сходів у двох повтореннях кожного варіанту.

Для визначення вмісту сухих речовин в бадиллі:

- зважували 10 середніх рослин (двократне повторення по 5 рослин);
- подрібнювали 5 рослин на відрізки довжиною 0,5-1,0 см;
- з подрібненої маси брали дві наважки в бюкси для визначення відсотку сухої речовини;

- за відсотком сухої речовини в бадиллі та сирою масою 10 рослин розраховували вагу речовини надземної маси однієї рослини за формулою:

$$X = ab/1000, \quad (2.5)$$

де  $X$  – маса сухої речовини однієї рослини, г;

$a$  – відсоток сухої речовини;

$b$  – сира маса 10 рослин, г.

Для визначення площі листя:

- визначали масу листя всіх відібраних рослин;
- за допомогою пробивного свердла робили висічки з цього листя;
- відраховували 100 штук висічок і важили;
- за масою листя всіх відібраних середніх рослин і масою висічок відомої площі розраховували площу листя однієї рослини за формулою:

$$S = (p * S_1) / (p_1 * n), \quad (2.6)$$

де  $S$  – площа листя однієї рослини,  $\text{см}^2$ ;

$p$  – маса листя всіх ( $n$ ) рослин, г;

$S_1$  – площа висічок (дисків),  $\text{см}^2$ ;

$p_1$  – маса всіх висічок, г;

$n$  – кількість відібраних рослин, які складають середній зразок, шт.

Для визначення сухої речовини бульб:

- зважували всі бульби з відібраних рослин (по 10 кущів);
- відбирали середній зразок бульб для аналізу;
- за процентом сухої речовини в бульбах і сирою масою бульб 10 рослин визначали вагу сухої речовини однієї рослини (за тією ж формулою, що і для бадилля).

Об'єднавши вагу сухої речовини бульб однієї рослини і сухої речовини бадилля, визначали масу сухої речовини всієї рослини.

Чисту продуктивність фотосинтезу розраховували за формулою Кідда, Веста і Брігса:

$$\text{Ф.ч.пр.} = \frac{B_2 - B_1}{\frac{1}{2}(P_1 + P_2)n}, \quad (2.7)$$

де Ф.ч.пр. – чиста продуктивність фотосинтезу,  $\text{г}/\text{м}^2$  на добу;

$B_2 - B_1$  – приріст сухої речовини на гектар посіву за відповідний період;

$\frac{1}{2}(P_1 + P_2)$  – середня за період площа листя,  $\text{м}^2$ ;

n – кількість діб від одного визначення до другого, діб.

Супутні аналізи, спостереження та обліки проводили згідно чинних методик проведення польових досліджень [229, 241].

Приріст врожаю бадилля та бульб залежно від сорту, добрив, прийомів агротехніки та інших умов вирощування на кожному варіанті дослідження обліковували, періодично викопуючи на всіх повтореннях проби (динамічні копки).

*Аналіз зразків ґрунту, рослин та бульб* визначали в лабораторії масових аналізів ІЗЗ НААН, свідоцтво атестації № РЧ-0092/2009. Визначення вмісту NPK в рослинах проводили через 10 днів після появи сходів, у фазу масового цвітіння і при збиранні методом озолення рослинного матеріалу концентрованою сірчаною кислотою з наступним визначенням  $P_2O_5$  за Мерфі-Рейлі,  $K_2O$  – на полум'яному фотометрі та азот за К'ельдалем.

Агрохімічні показники ґрунту визначали у шарі 0-30, 30-50 см. Нітратний азот – дисульфифеноловим методом за Гранваль-Ляжу, рухомий фосфор – за Мічиганом та обмінний калію – на полум'яному фотометрі у строки: масові сходи, масове цвітіння та перед збиранням.

Вміст сухих речовин у бульбах визначали гравітометричним методом; крохмалю – за Еверсом, вітаміну С – за І. К. Муррі; нітратів – потенціометричним іонселективним електродом.

*Збирання та облік урожаю.* Облікову ділянку збирали суцільним методом, весь урожай кожної ділянки зважували окремо. Для характеристики структури урожаю бульби, взяті з ділянки розділяли на дві фракції – дрібні (менше 25 г) та товарні. Визначали кількість і масу бульб кожної фракції. Товарність урожаю визначали за масою всіх бульб більше 25, виражених у відсотках від загального урожаю.

## **2.4 Агротехніка у досліді**

Агротехніку у досліді застосовували згідно з розробленими Інститутом

зрошеного землеробства НААН рекомендаціями [228] з вирощування картоплі на зрошуваних землях за виключенням факторів, що вивчалися.

Восени, після збирання озимої пшениці, проводили луцення стерні БДТ-7, зяблеву оранку на глибину 28-30 см, чизелювання ґрунту на глибину 14-16 см, нарізали гребені висотою 18-20 см звичайними підгортачами на культиваторі КРН-4,2. Весняні роботи при фізичній стиглості ґрунту починали наприкінці березня оновленням гребенів комбінованим агрегатом на базі культиватора КРН-2,8, обладнаного дисковими підгортачами, розпушувачами та профільними борінками. Садіння проводили при досягненні температури ґрунту на глибині 10 см 6-8 °С. У досходовий період двічі проводили обробіток комбінованим агрегатом, для підтримання посадки у чистому від бур'янів стані в подальшому застосовували ручну просапку.

Монтаж зрошувальних систем проводили перед сходами картоплі. Поливи проводили згідно схеми досліду. У боротьбі з колорадським жуком використовували препарати Конфідор (0,2 кг/га) при появі личинок, проти хвороб у фазу бутонізації та цвітіння – Акробат (2 кг/га).

Збирання бульб проводили у фазу біологічної стиглості після скошування бадилля ручною мотокосою Oleo-Mac SPARTA 25 за декілька днів до збирання. Викопували бульби мотоблоком ЗУБР ЗУ-15 М, збирали та сортували вручну.

## РОЗДІЛ 3

### РЕЖИМ КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ ТА ВОДОСПОЖИВАННЯ КАРТОПЛІ, ПОЖИВНИЙ РЕЖИМ ҐРУНТУ

#### 3.1 Режим зрошення картоплі за різних умов зволоження

В умовах Південного Степу волога є обмежуючим фактором для збільшення продуктивності рослин. Гідротермічний коефіцієнт в Степу не перевищує 0,9, а на Півдні – 0,6-0,7 при тому, що для вирощування картоплі він має становити 1-2. Тому без використання зрошення практично неможливо одержувати стабільні врожаї продукції.

За даними лабораторії біотехнології картоплі Інституту зрошеного землеробства НААН водоспоживання картоплі складає 2100-4100 м<sup>3</sup>/га [243]. В період від сходів до бутонізації добова потреба рослин складає 7-20 м<sup>3</sup>/га води. В цей період необхідно підтримувати вологу на рівні 80 % НВ на середньосуглинкових ґрунтах, що відповідає приблизно 0,04 Мпа при визначенні вологості ґрунту тензіометрами. Поливна норма для середньосуглинкових ґрунтів складає 250-300 м<sup>3</sup>/га для поливів дощуванням та 150-180 м<sup>3</sup>/га – при краплинному зрошенні.

Найбільша потреба рослин у волозі спостерігається у період від бутонізації до кінця цвітіння. Добове водоспоживання сягає до 50-90 м<sup>3</sup>/га. Вологість ґрунту необхідно підтримувати на рівні 80 % НВ. Поливна норма при дощуванні – 350-400 м<sup>3</sup>/га, при краплинному зрошенні – 250-280 м<sup>3</sup>/га.

В нашому досліді рівень передполивної вологості на рівні 80-80-70% НВ в розрахункових шарах 0,2; 0,4 та 0,6 м підтримували диференційовано за фазами росту та розвитку: сходи – бутонізація; бутонізація – цвітіння; цвітіння – відмирання бадилля рослин.

В роки досліджень фактичний режим зрошення картоплі формувався в залежності від фази розвитку рослин, метеорологічних умов.

Для підтримання необхідного рівня зволоження розрахункового шару ґрунту 0,6 м у 2013 та 2014 рр. було проведено по 10 поливів, у 2015 р. – 9 поливів зрошувальною нормою 1704, 1960 та 2059 м<sup>3</sup>/га, відповідно (табл. 3.1).

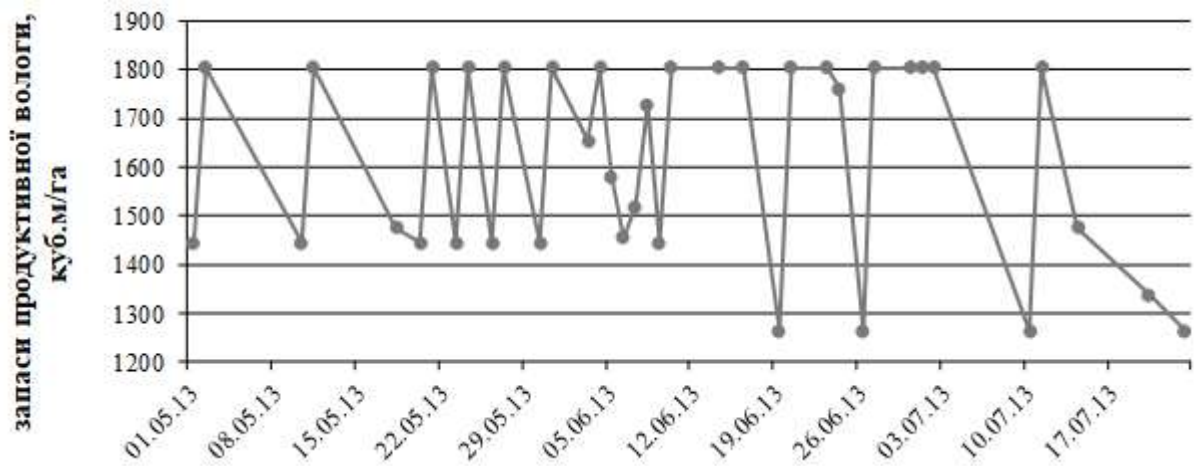
Таблиця 3.1

**Поливний режим картоплі за роками досліджень залежно від зволоження різних шарів ґрунту (середнє за 2013-15 рр.)**

Умови зволоження ґрунту, розрахунковий шар, м	Кількість поливів, шт., за роками	Зрошувальна норма, м <sup>3</sup> /га
2013		
0,6	10	1704
0,4	13	1693
0,2	17	1432
2014		
0,6	10	1960
0,4	13	1947
0,2	21	1647
2015		
0,6	9	2059
0,4	10	1878
0,2	13	1707

Зменшення розрахункового шару ґрунту до глибини 0,4 м привело до збільшення кількості поливів – по 13 шт. у 2013 та 2014 рр., 10 шт. – у 2015 р. Зрошувальна норма склала 1693, 1947 та 1878 м<sup>3</sup>/га, відповідно. В середньому за три роки – 1839 м<sup>3</sup>/га, що на 69 м<sup>3</sup>/га менше норми для шару 0,6 м. Зволоження розрахункового шару 0,2 м привело до суттєвого зменшення зрошувальної норми (1595 м<sup>3</sup>/га на 313 м<sup>3</sup>/га менше за норму для шару 0,6 м) та збільшення кількості поливів (17 у 2013; 21 у 2014; 13 у 2015 р.). Варіювання кількості поливів було обумовлено метеорологічними умовами в окремі періоди розвитку рослин за роками досліджень. В 2013 р. картопля в досліді була висаджена у ґрунт 4 квітня, перші сходи з'явилися 1 травня, наступного дня був проведений перший полив у варіантах із

зволоженням розрахункового шару 0,2 та 0,6 м (рис. 3.1), 04.05 – для варіантів із зволоженням 0,4 м. До сходів потреба у вологі бульб картоплі задовольнялась за рахунок ґрунтових запасів, опадів та вологи самих бульб. Поливна норма була однаковою протягом вегетації, для шару 0,2 м – 84 м<sup>3</sup>/га, для 0,4 – 130 м<sup>3</sup>/га, для 0,6 м – 170 м<sup>3</sup>/га.

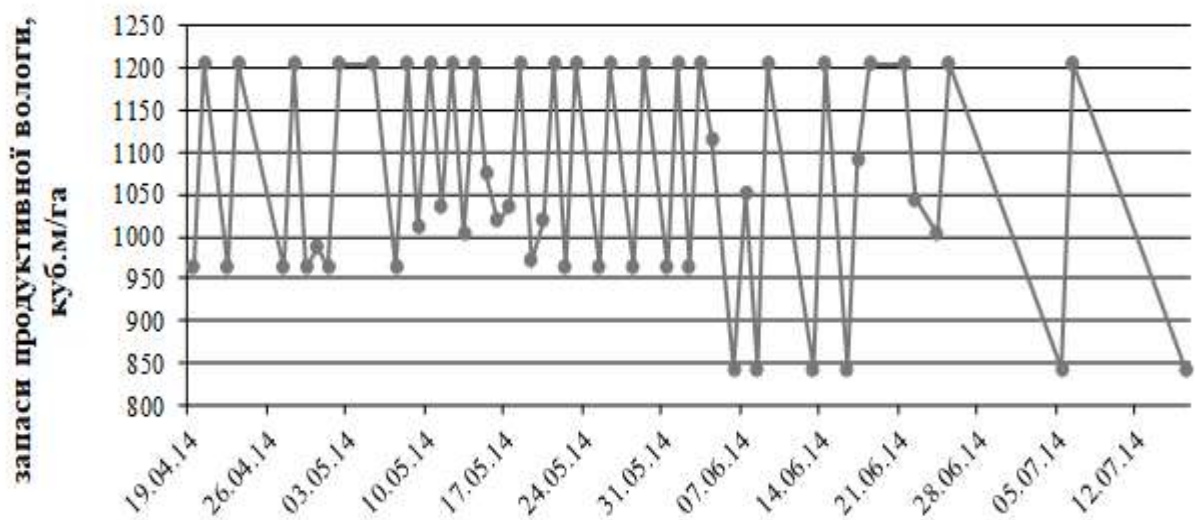


**Рис. 3.1.** Динаміка запасів продуктивної вологи у шарі ґрунту 0,6 м, 2013 р., м<sup>3</sup>/га

За весь травень випало лише 3 м<sup>3</sup>, тому потрібно було інтенсивно проводити поливи у період від сходів до бутонізації – 5 для розрахункового шару 0,2 м, 3 – для шару 0,4 м та 2 для 0,6-метрового шару. З початком бутонізації 20 травня водоспоживання картоплі зросло, отже збільшилась частота поливів. Для 0,2 метрового розрахункового шару їх проводили майже через день, всього до 1 червня – 5. Для шару 0,4 та 0,6 м – 4.

З 3 червня почався дощовий період – до 8 червня випало 146 м<sup>3</sup>/га, причому дощило щодня, тому в цей період (початок цвітіння) поливи не проводились. Наступний полив для шару 0,2 м здійснили 11 червня, 14 та 16 знову випав дощ по 215 та 104 м<sup>3</sup>/га, що забезпечило вологою даний шар до 19.06. Для шару 0,4 м поливний режим у даний період був аналогічний. Для шару 0,6 м поливи провели 10 та 20 червня. 23, 24 червня знову дощило (179 м<sup>3</sup>/га), 26-27 червня – поливи для всіх шарів зволоження. На початку липня випало 561 м<sup>3</sup>/га опадів, до кінця вегетації провели ще 4 поливи для

шару 0,2 м, 2 та 1 – для шарів 0,4 та 0,6 м. У 2014 р. бульби картоплі були висаджені 24 березня, перші сходи відмічені 18-21 квітня, тобто на декаду раніше, ніж у 2013 р. До сходів випало 208 м<sup>3</sup>/га вологи, поливи не проводились. Поливні норми становили для шару 0,2 м – 78 м<sup>3</sup>/га, 0,4 м – 150 м<sup>3</sup>/га, 0,6 м – 196 м<sup>3</sup>/га. Перший полив для всіх розрахункових шарів провели разом, 23 квітня (рис. 3.2), в подальшому для шару 0,2 м – ще 3 до початку бутонізації та по одному для інших. З 1 червня до початку бутонізації (7 червня) випало 280 м<sup>3</sup> опадів, далі дощі та роса випадали до третьої декади червня, в основному, невеликими порціями (1-14 м<sup>3</sup>), що лише частково задовольняло потреби рослин картоплі у волозі. Отже, в період бутонізації для шару 0,2 м здійснили 3 поливи та 5 від початку до кінця цвітіння (3 і 5 для шару 0,4 м та 3 і 3 для 0,6-метрового розрахункового шару).

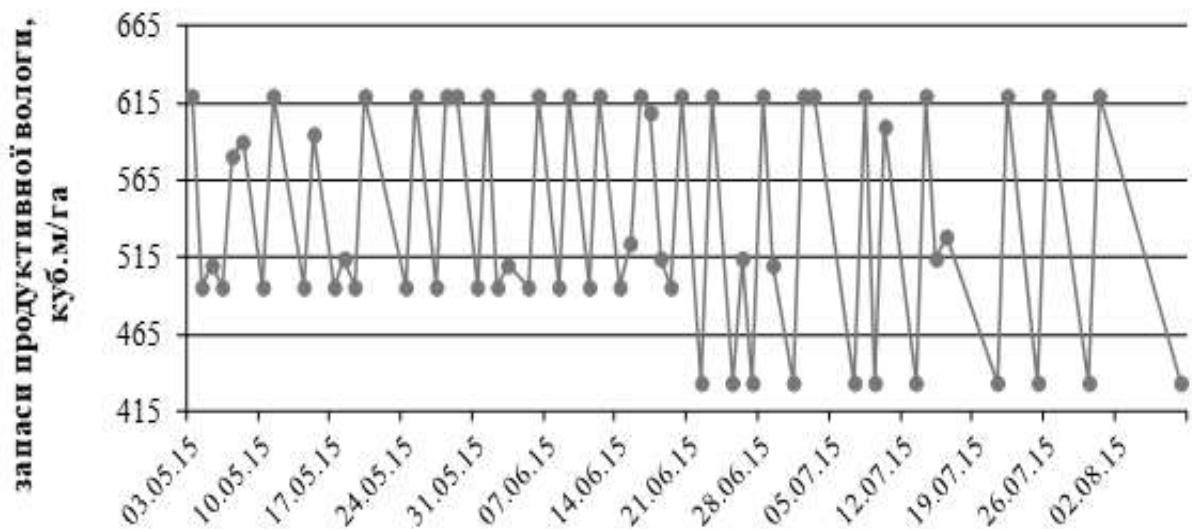


**Рис. 3.2.** Динаміка запасів продуктивної вологи у шарі ґрунту 0,4 м, 2014 р., м<sup>3</sup>/га

Наприкінці цвітіння (початок липня) випало ще 133 м<sup>3</sup>/га опадів. Після цього провели ще 3 (2 та 1) поливи для шару 0,2 м (0,4 та 0,6) до середини червня, коли з 17 почався дощовий період, по 26 червня випало 511 м<sup>3</sup>/га. В подальшому до кінця вегетації провели 6 поливів для шару 0,2 м, останній – 13 липня; 1 для шару 0,4 м та 1 – для 0,6 м.



У 2015 р. були наступні поливні норми: шар 0,2 м – 131 м<sup>3</sup>/га, 0,4 м – 188 м<sup>3</sup>/га, 0,6 м – 229. Дослідне поле посадили 15 квітня. Від посадки до сходів (3 травня) випало 904 м<sup>3</sup> опадів та від початку сходів – ще 137 м<sup>3</sup>. Тому перший полив провели 11 травня для всіх розрахункових шарів зволоження (рис. 3.3)



**Рис. 3.3.** Динаміка запасів продуктивної вологи у шарі ґрунту 0,2 м, 2015 р., м<sup>3</sup>/га

Наступні 2 поливи також пройшли одночасно для всіх шарів 20 та 25 травня. 22 травня починається бутонізація. З дати останнього поливу по 3 червня випало 778 м<sup>3</sup> опадів, що дозволило не проводити поливи до 6 червня. З початком цвітіння зросла їх частота – 6 для шару 0,2 м, 4 для шару 0,4 м та 3 – для 0,6 м. В останню декаду червня та на початку липня випало майже 300 м<sup>3</sup> опадів, що дозволило наступний полив провести 8 липня на всіх шарах зволоження. До кінця вегетації для забезпечення вологості ґрунту не нижче 70 % НВ були необхідні ще 3 поливи для шару 0,2 м та по 2 для інших, останній – 31 липня.

Отже, частота поливів та поливна норма за роками спостережень залежали від часу посадки в ґрунт картоплі, передполивної вологості, режиму випадання опадів та випарування.

### **3.2 Сумарне водоспоживання та коефіцієнт водоспоживання рослин картоплі за різних умов зволоження та способів внесення добрив**

Волога з поля, зайнятого сільськогосподарською культурою, для забезпечення нормального зростання і її розвитку витрачається на транспірацію і випаровування з поверхні ґрунту (і листя при дощуванні). На випаровування діють тільки чинники зовнішнього середовища, а транспірація обумовлюється впливом як зовнішніх умов, так і біологічної особливості рослини.

Визначити роздільно частку випаровування і транспірації при вегетації культури досить складно. У практиці ці дві величини визначають як єдине ціле, що набагато спрощує розрахунки. Таку кількість води називають водоспоживанням або сумарним випаровуванням.

Витрата води з поля, зайнятого тією або іншою культурою, залежить від метеоумов, режиму мінерального живлення, щільності посадки, рівня агротехніки і водозабезпеченості поля. Таким чином, режим зрошення однієї і тієї ж культури на різних ділянках складається по-різному. Часто водозабезпеченість району обробітку сільськогосподарських культур не покриває оптимального водоспоживання їх, що викликає необхідність штучного зволоження земель.

Для обчислення об'єму води, який необхідно подати на поле, слід встановити величину водоспоживання кожної культури. Сумарне випаровування можна виразити через випаровуваність.

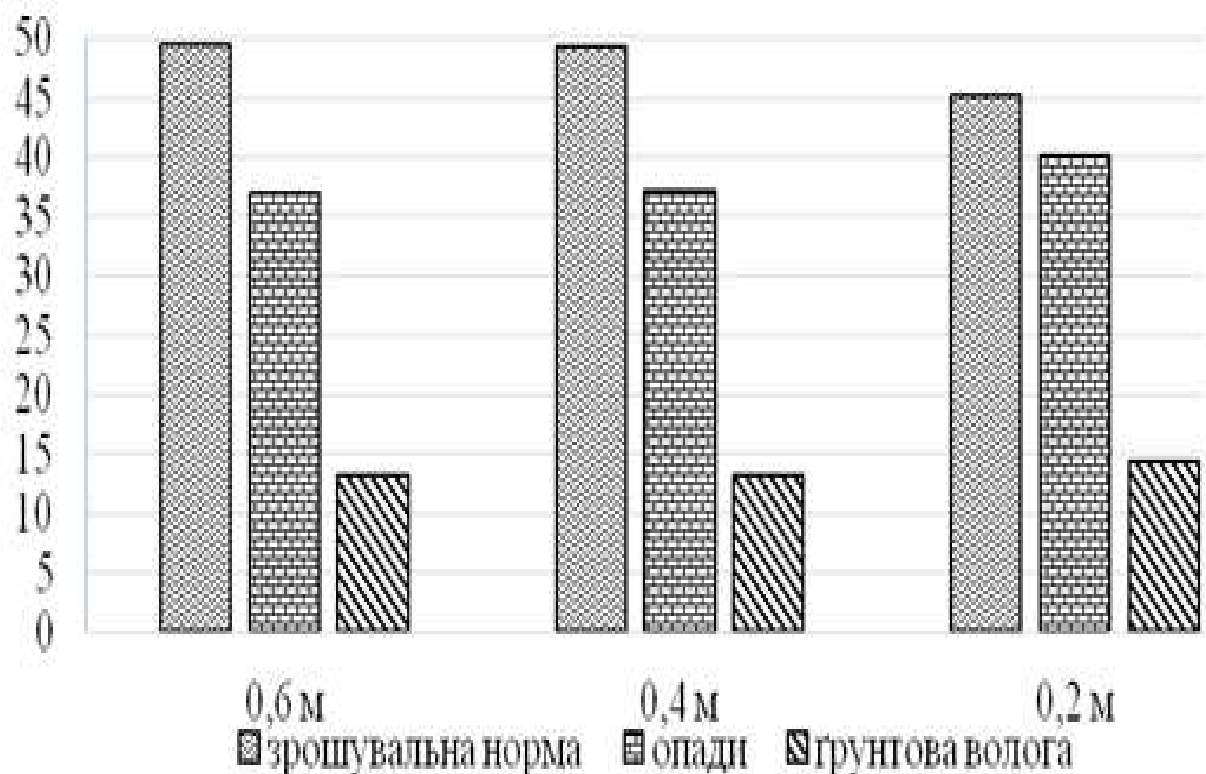
Велика трудомісткість вимірювання випаровуваності і необхідність вивчення мінливості водоспоживання в часі і за площею привели до створення ряду розрахункових методів для визначення водоспоживання.

Всі методи визначення сумарного випаровування можна розділити на методи безпосереднього спостереження, по аналогах в умовах, близьких до проєктованих, і на розрахункові методи, засновані на встановленні зв'язку водоспоживання з різними кліматичними умовами. В роботі

використовували метод водного балансу (МВБ) заснований на використанні рівняння водного балансу [244-246], з урахуванням зміни запасів води у ґрунті, величини опадів та зрошувальної норми за період від садіння до збирання.

Визначення сумарного водоспоживання картоплі за окремі періоди росту та весь вегетаційний період є важливим показником ефективності режиму зрошення.

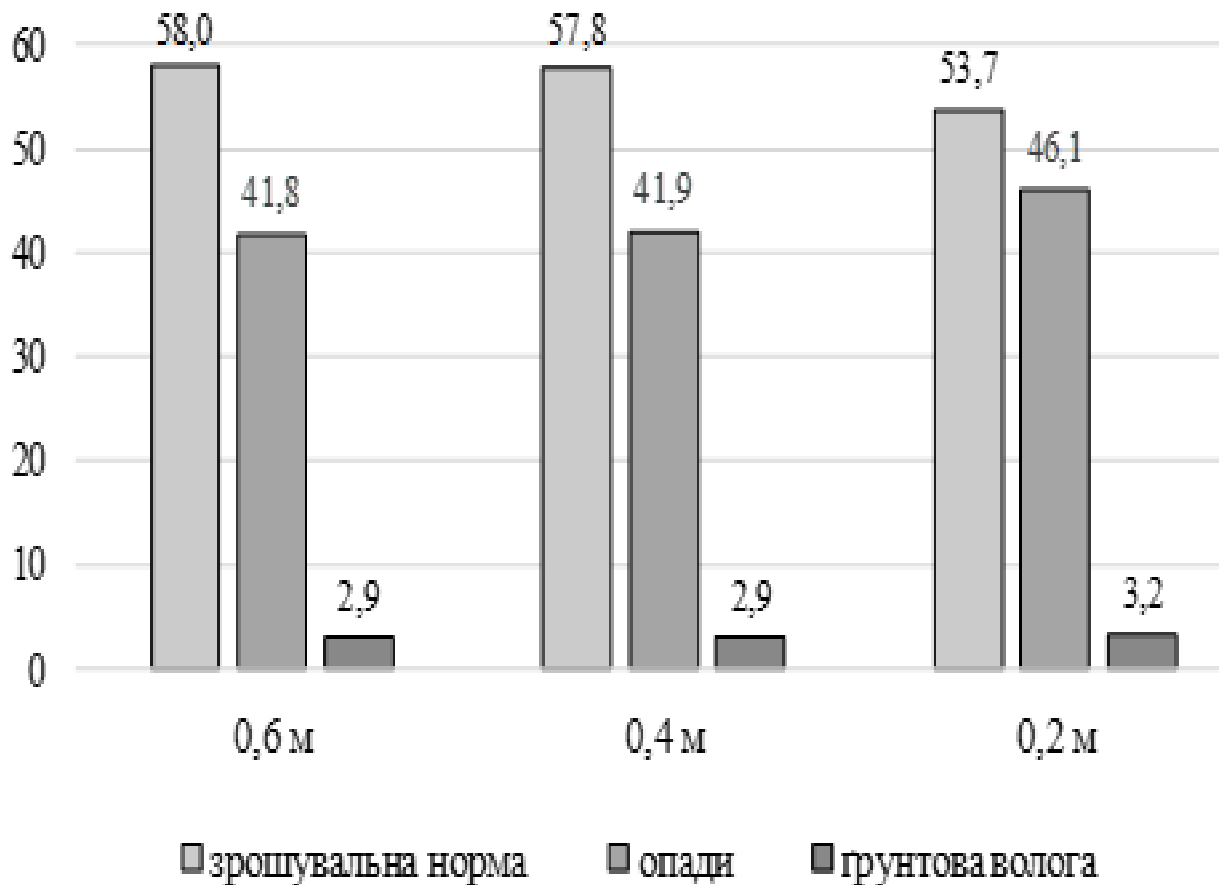
У 2013 р. зрошувальна норма становила від 49,6 до 45,3 % від сумарного водоспоживання, опади становили 37,1-40,2 %, а ґрунтова волога – 13,3-14,5 %. Співвідношення елементів водоспоживання у розрахункових шарів 0,4 та 0,6 м відрізнялося не більше, ніж на десяту долю відсотка, тоді як шар 0,2 м відзначився меншою часткою зрошуваної води та більшою – опадів і ґрунтової води (рис. 3.4).



**Рис. 3.4. Співвідношення елементів сумарного водоспоживання картоплі, 2013 р., %**

У 2014 р. частка зрошувальної води зросла до 53,7-58,0 % за рахунок малих запасів ґрунтової води (2,9-3,2%). Відповідно, дещо зросла і частка

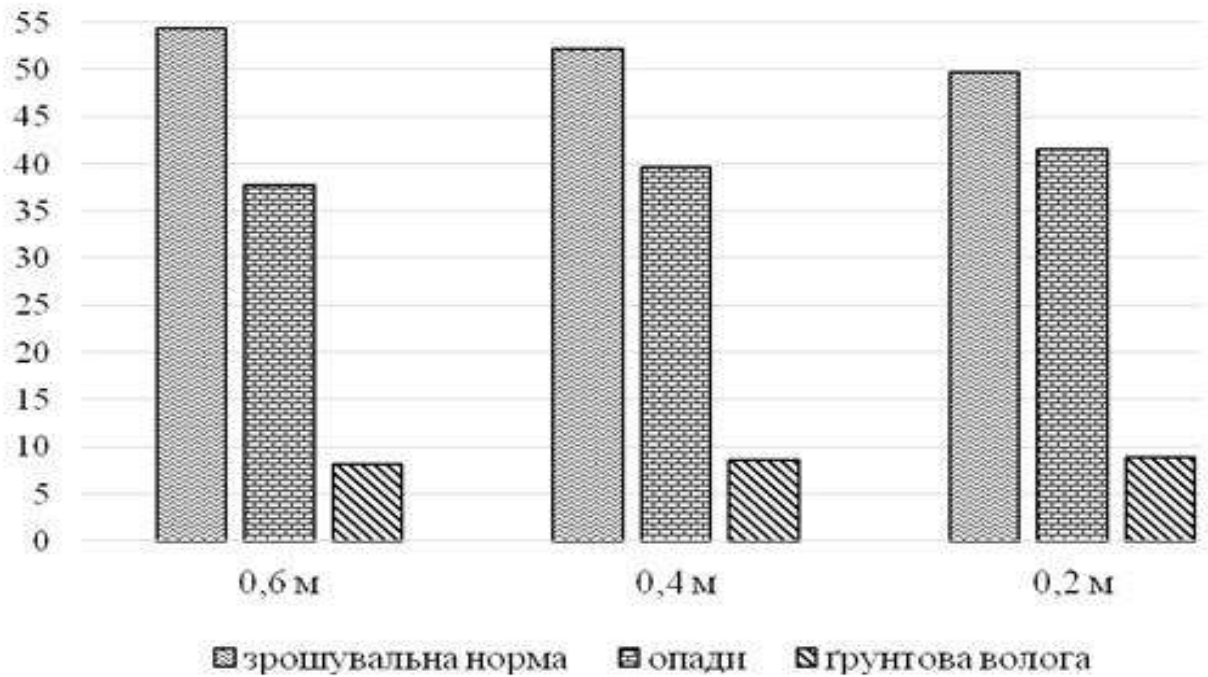
атмосферних опадів у структурі загального водоспоживання – 41,8-46,1 %. Як і в 2013 р., співвідношення елементів майже незмінне для розрахункового шару 0,4 та 0,6 м і для шару 0,2 м менша частка поливної води і більша – інших елементів (рис. 3.5).



**Рис. 3.5. Співвідношення елементів сумарного водоспоживання картоплі, 2014 р., %**

2015 р. характеризувався деякими відмінностями у структурі водоспоживання: частка поливної води відрізнялася у всіх розрахункових шарів на 2-3 %, також як і частка опадів. Найменше поливної води та найбільше опадів у структурі розрахункового шару 0,2 м – 49,6 та 41,5 %. І, навпаки, у шару 0,6 м – 54,3 і та 37,7 % (рис. 3.6).

Водоспоживання картоплі змінювалось залежно від агрометеорологічних, ґрунтових умов в роки досліджень.

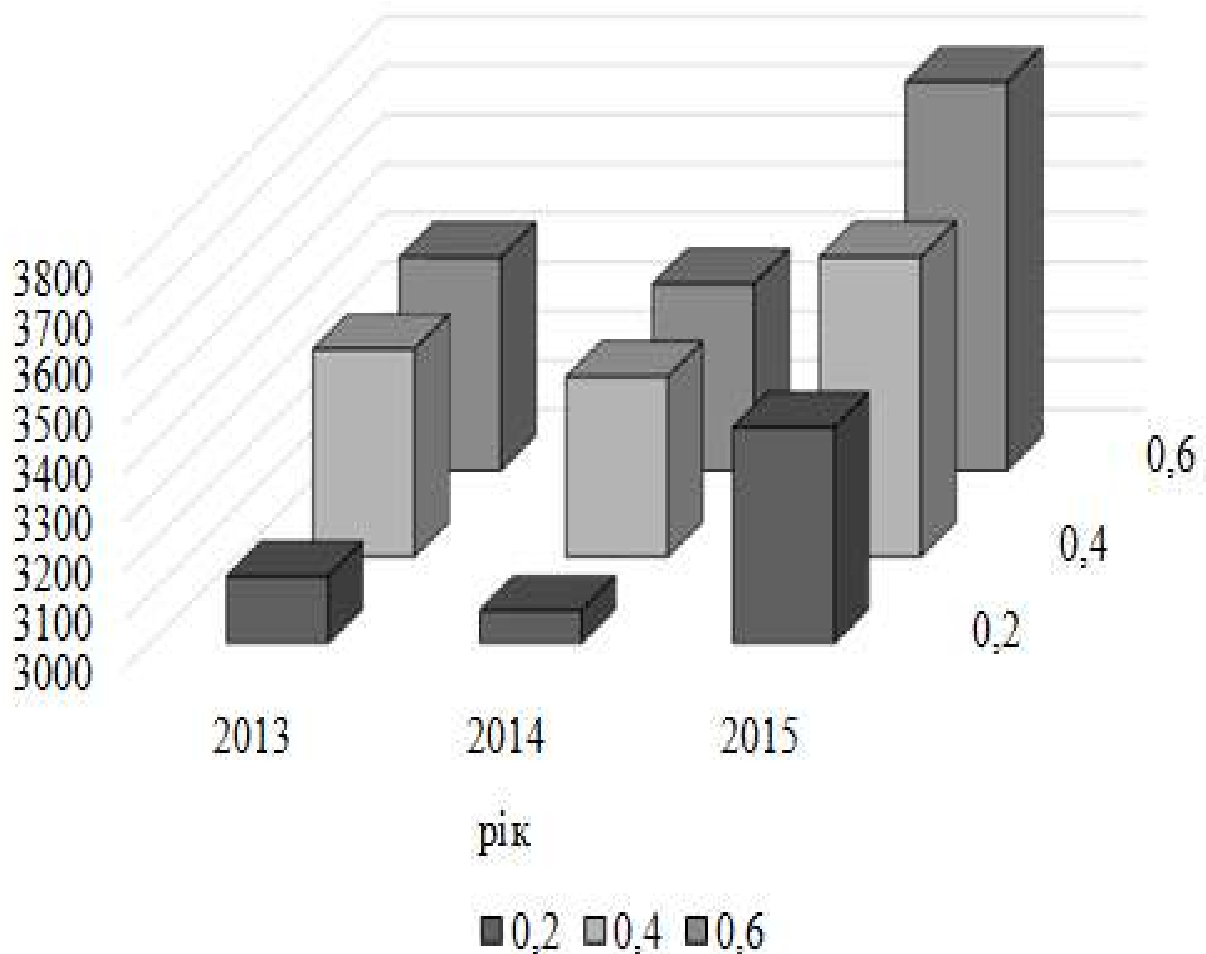


**Рис. 3.6. Співвідношення елементів сумарного водоспоживання картоплі, 2015 р., %**

У 2013 р. сумарне водоспоживання в середньому становило 3339 м<sup>3</sup>/га, відмінності між розрахунковими шарами 0,6 та 0,4 м майже не спостерігалось – 3433 та 3422, тоді як рослини у блоці з розрахунковим шаром 0,2 м спожили на 272 м<sup>3</sup>/га менше води (табл. 3.2, рис. 3.7). На дослідній ділянці в середньому було використано 114 м<sup>3</sup> на тонну врожаю та 55 м<sup>3</sup>/т поливної води.

Оскільки коефіцієнт водоспоживання залежить від врожайності, а вона, в свою чергу, від внесення добрив, то очевидним є зменшення водоспоживання на тонну продукції у всіх удобрених варіантах. В контрольних варіантах середнє водоспоживання становило 142 м<sup>3</sup>/т.

Чітко помітне розділення по фактору способу внесення добрив – рівень водоспоживання при застосуванні N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> локально та з поливною водою становив 103-105 м<sup>3</sup>/т; а при внесенні розрахункової дози добрив різними способами – 110 м<sup>3</sup>/т. Внесення N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> зменшило водоспоживання на 26-28 % від удобреного контролю; розрахункової дози добрив – на 23 %.



**Рис. 3.7. Водоспоживання картоплі за різної глибини розрахункового шару, 2013-2015 рр., м<sup>3</sup>/га**

Найменше водоспоживання відмічене у варіанті з внесенням розрахункової дози добрив з поливною водою у шар 0,6 м – 99,5; найбільше – у варіанті без добрив при зволоженні 0,2 м.

Глибина розрахункового шару зволоження також вплинула на даний показник, зменшивши його на 7,5 % (шар 0,6 порівняно із 0,2 м).

Витрати зрошуваної води розділились аналогічно: найбільше на варіантах без добрив – 68 м<sup>3</sup>/т, найменше – при застосуванні N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> локально та з поливною водою – 50 м<sup>3</sup>/т.

Таблиця 3.2

**Водоспоживання картоплі за різних умов зволоження та способів  
удобрення, 2013 р.**

Розрахунковий шар грунту, м (фактор А)	Спосіб внесення добрив (фактор В)		Сумарне водоспоживання, м <sup>3</sup> /га	Коефіцієнт водоспоживання, м <sup>3</sup> /т	Витрата зрошувальної води, м <sup>3</sup> /т
0,6	Без добрив		3433	136,8	67,9
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	локально при садінні		102,2	50,7
		з поливною водою		102,2	50,7
	Розрахункова доза на отримання врожаю бульб 35т/га	локально при садінні		107,9	53,6
		з поливною водою		99,5	49,4
0,4	Без добрив		3422	142,6	70,5
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	локально при садінні		101,2	50,1
		з поливною водою		103,4	51,1
	Розрахункова доза на отримання врожаю бульб 35т/га	локально при садінні		111,5	55,1
		з поливною водою		111,5	55,1
0,2	Без добрив		3161	147,7	66,9
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	локально при садінні		106,4	48,2
		з поливною водою		108,6	49,2
	Розрахункова доза на отримання врожаю бульб 35т/га	локально при садінні		111,3	50,4
		з поливною водою		119,3	54,0

Водоспоживання картоплі у 2014 р. мало наступний вигляд: середнє сумарне водоспоживання – 3270 м<sup>3</sup>/га, коефіцієнт водоспоживання – 104, витрата поливної води на тону врожаю – 59. Сумарне водоспоживання у шарі 0,6 м – 3379 м<sup>3</sup>/т, шар 0,4 м – на 13 м<sup>3</sup>/т менше, 0,2 – ще на 300 м<sup>3</sup>/т менше (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

**Водоспоживання картоплі за різних умов зволоження та способів  
удобрення, 2014 р.**

Розрахунковий шар грунту, м (фактор А)	Спосіб внесення добрив (фактор В)		Сумарне водоспоживання, м <sup>3</sup> /га	Коефіцієнт водоспоживання, м <sup>3</sup> /т	Витрата зрошувальної води м <sup>3</sup> /т
0,6	Без добрив		3379	135,2	78,4
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	локально при садінні		90,1	52,3
		з поливною водою		98,8	57,3
	Розрахункова доза на отримання врожаю бульб 35т/га	локально при садінні		97,1	56,3
		з поливною водою		96,0	55,7
0,4	Без добрив		3366	128,5	74,3
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	локально при садінні		101,0	58,3
		з поливною водою		98,1	56,8
	Розрахункова доза на отримання врожаю бульб 35т/га	локально при садінні		92,5	53,5
		з поливною водою		96,2	55,6
0,2	Без добрив		3066	128,8	69,2
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	локально при садінні		100,2	54,2
		з поливною водою		98,6	53,0
	Розрахункова доза на отримання врожаю бульб 35т/га	локально при садінні		104,6	56,2
		з поливною водою		93,8	50,4

Коефіцієнт водоспоживання неудобрених варіантів становив близько 131 м<sup>3</sup>/т, максимально – на фоні зволоження шару 0,6 м. Всі удобрені варіанти із збільшенням врожайності зменшували водоспоживання на одиницю продукції від 27 до 25 %. У цьому році водоспоживання всіх удобрених варіантів знаходилось приблизно на одному рівні і складало найменше для варіантів із розрахунковою дозою добрив з поливною водою – 95 м<sup>3</sup>/т. Далі по мірі зростання розташувались варіанти із N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> локально – 97 м<sup>3</sup>/т,



розрахункова доза локально – 98 м<sup>3</sup>/т та N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> з поливною водою – 99 м<sup>3</sup>/т. Середнє водоспоживання для шару 0,2 м відрізнялось лише на 2 м<sup>3</sup>/га від двох інших, що знаходились на одному рівні. Найменший абсолютний показник водоспоживання у варіанті із локальним внесенням N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> – 90 м<sup>3</sup>/т.

За показником споживання поливної води також лідирують варіанти без добрив, причому найбільше – на фоні зволоження шару 0,6 м. Середні показники по шарам зволоження відрізняються між собою не більше, ніж на 3 м<sup>3</sup>/т. Для способів удобрення відмінності становили до 2 м<sup>3</sup>/т.

У 2015 р. відмічене максимальне водоспоживання: для шару 0,6 м – 3790; для 0,4 м – 3610 (на 180 менше), для 0,2 м – 3439 м<sup>3</sup>/т (на 351 менше) (табл. 3.4). Також найбільший за роками досліджень середній по дослідній ділянці коефіцієнт водоспоживання – 117 м<sup>3</sup>/т. Помітна різниця водоспоживання за середніми показниками за шарами зволоження: 0,2 м – 110 м<sup>3</sup>/т, 0,4 м – 119 (+8 %) та 0,6 м – 10,2 м<sup>3</sup>/т (+10 %). Максимальне за роками водоспоживання у контрольних неудобрених варіантів – від 133 до 155 м<sup>3</sup>/т. Середній показник водоспоживання при застосуванні N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> з поливною водою – 122 м<sup>3</sup>/т; розрахункової дози добрив з поливною водою – 110 м<sup>3</sup>/т. Найменші показники – у варіантах з локальним внесенням розрахункової дози добрив (103 м<sup>3</sup>/т) та N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> – 101 м<sup>3</sup>/т. Їх застосування зменшило водоспоживання на 18, 25, 30 та 31%, відповідно. Найменше водоспоживання в цьому році – при локальному застосуванні N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> на фоні зволоження шару 0,2 м – 95 м<sup>3</sup>/т.

Середній показник витрати поливної води – 60,9 м<sup>3</sup>/т. Найменше її витрачали при внесенні N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> локально – 53 м<sup>3</sup>/т. Найменший показник – при внесенні N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> локально на фоні зволоження шару 0,2 м – 47 м<sup>3</sup>/т.

Таблиця 3.4

**Водоспоживання картоплі за різних умов зволоження та способів  
удобрення, 2015 р.**

Розрахунковий шар грунту, м (фактор А)	Спосіб внесення добрив (фактор В)		Сумарне водоспоживання, м <sup>3</sup> /га	Коефіцієнт водоспоживання, м <sup>3</sup> /т	Витрата зрошувальної води, м <sup>3</sup> /т
0,6	Без добрив		3790	154,7	84,0
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	локально при садінні		104,4	56,7
		з поливною водою		127,6	69,3
	Розрахункова доза на отримання врожаю бульб 35т/га	локально при садінні		102,7	55,8
з поливною водою		117,0	63,5		
0,4	Без добрив		3610	155,6	80,9
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	локально при садінні		104,9	54,6
		з поливною водою		130,3	67,8
	Розрахункова доза на отримання врожаю бульб 35т/га	локально при садінні		110,7	57,6
з поливною водою		95,5	49,7		
0,2	Без добрив		3439	133,3	66,2
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	локально при садінні		94,7	47,0
		з поливною водою		107,5	53,3
	Розрахункова доза на отримання врожаю бульб 35т/га	локально при садінні		96,9	48,1
з поливною водою		117,8	58,5		

Отже, за три роки досліджень середнє водоспоживання у досліді – 3407 м<sup>3</sup>/га. Показник водоспоживання при зволоженні 0,6 м розрахункового шару – 3534 м<sup>3</sup>/га, що на 68 та 312 м<sup>3</sup>/га менше за водоспоживання шарів 0,4 та 0,2 м (табл. 3.5). Водоспоживання на 1 тонну врожаю – 112 м<sup>3</sup>/т. В середньому за шарами зволоження ці показники майже не відрізнялися – 111-112 м<sup>3</sup>/т. Неудобрені варіанти споживали близько 140 м<sup>3</sup>/т, що до 30 % більше, ніж удобрені. Відмінності у водоспоживанні варіантів з різними способами удобрення були невеликими (101-111). Найбільше води на тонну

використали рослини картоплі при внесенні  $N_{60}P_{60}K_{60}$  з поливною водою –  $108 \text{ м}^3/\text{т}$ , при внесенні розрахункової дози добрив локально та з поливною водою водоспоживання становило  $104\text{-}105 \text{ м}^3/\text{т}$ . Найменше води на тону врожаю потребувала картопля при локальному застосуванні  $N_{60}P_{60}K_{60}$  –  $101 \text{ м}^3$ .

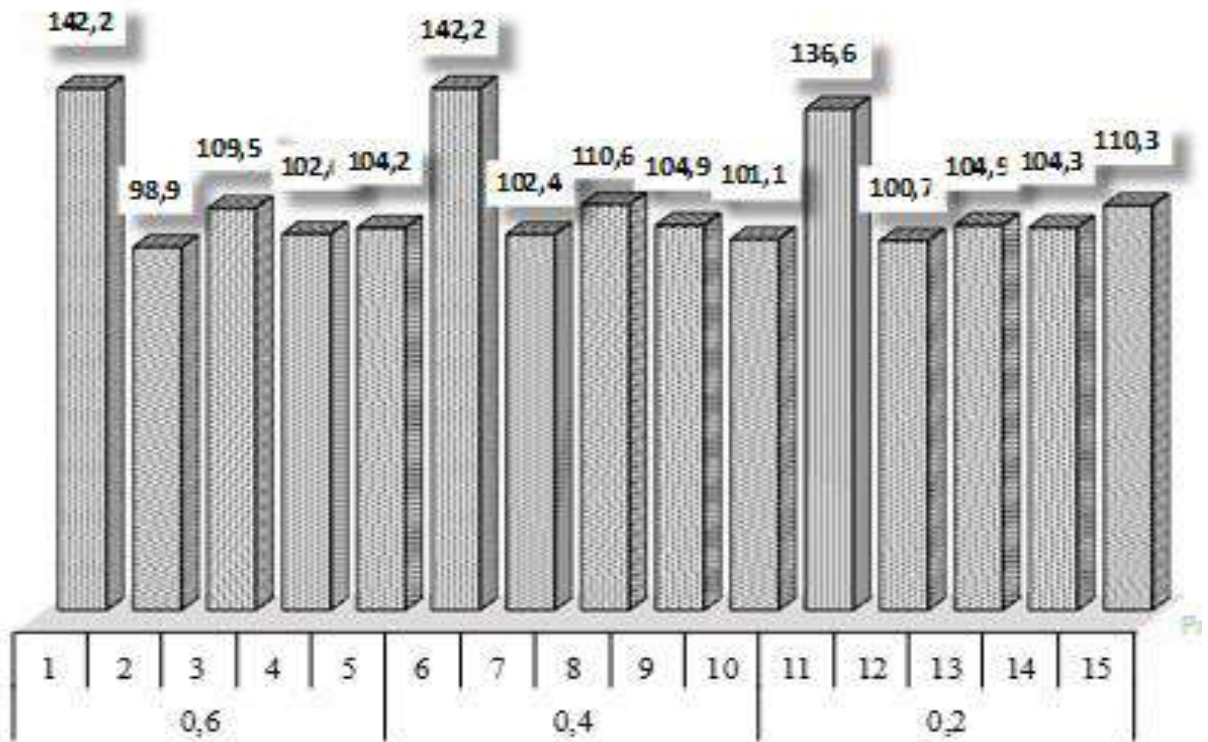
Таблиця 3.5

**Водоспоживання картоплі за різних умов зволоження та способів  
удобрення (середнє за 2013-2015 р.).**

Розрахунковий шар ґрунту, м (фактор А)	Спосіб внесення добрив (фактор В)		Сумарне водоспоживання, $\text{м}^3/\text{га}$	Коефіцієнт водоспоживання, $\text{м}^3/\text{т}$	Витрата зрошувальної води, $\text{м}^3/\text{т}$
0,6	Без добрив		3534	142,2	76,8
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	локально при садінні		98,9	53,2
		з поливною водою		109,5	59,1
	Розрахункова доза на отримання врожаю бульб $35\text{т}/\text{га}$	локально при садінні		102,6	55,2
		з поливною водою		104,2	56,2
0,4	Без добрив		3466	142,2	75,2
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	локально при садінні		102,4	54,3
		з поливною водою		110,6	58,6
	Розрахункова доза на отримання врожаю бульб $35\text{т}/\text{га}$	локально при садінні		104,9	55,4
		з поливною водою		101,1	53,5
0,2	Без добрив		3222	136,6	67,4
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	локально при садінні		100,7	49,8
		з поливною водою		104,9	51,8
	Розрахункова доза на отримання врожаю бульб $35\text{т}/\text{га}$	локально при садінні		104,3	51,6
		з поливною водою		110,3	54,3

За три роки в середньому по досліді витратили  $58 \text{ м}^3$  поливної води на 1 тону вирощеного врожаю. Неудобрені варіанти споживали  $73 \text{ м}^3$ , тоді як

удобрени – від 52 до 57 (рис. 3.8). Таким чином, застосування всіх способів удобрення знизило використання поливної води на 23-28 %. Найменше поливної води використали рослини картоплі при удобренні  $N_{60}P_{60}K_{60}$  локально на фоні зволоження розрахункового шару 0,2 м – 50 м<sup>3</sup>/т.



**Рис. 3.8. Коефіцієнт водоспоживання картоплі за різних способів удобрення, 2013-2015 рр., м<sup>3</sup>/т**

**Примітка:** 1, 6, 11 - без добрив; 2, 7, 12 -  $N_{60}P_{60}K_{60}$  локально; 3, 8, 13 -  $N_{60}P_{60}K_{60}$  з поливною водою; 4, 9, 14 - розрахункова доза на отримання врожаю бульб 35 т/га локально; 5, 10, 15 - розрахункова доза на отримання врожаю бульб 35 т/га з поливною водою.

### 3.3 Формування поживного режиму ґрунту

Поживний режим ґрунту на ділянках у досліді формувався значною мірою завдяки вмісту нітратів, рухомого фосфору і обмінного калію та способу внесення добрив. Оскільки дослідні поля знаходяться в різному фізичному та агрохімічному стані, то і фоновий вміст елементів живлення за роками суттєво відрізнявся. Так у 2013 р. вміст нітратів у ґрунті контрольної

неудобреної ділянки на початку вегетації був втричі нижчим, ніж у 2014 р. (табл. 3.6). В подальшому, коли рослини споживали азот, кількість його в ґрунті зменшувалась та під кінець вегетації за роками відрізнялась не так суттєво. Така ж ситуація склалась і з фосфором та калієм. Проте, якщо максимальний фоновий вміст азоту спостерігався в 2014 р., то в 2013 р. – фосфору та калію (88,0 та 420 мг/кг, в середньому по ділянках на початку вегетації).

Таблиця 3.6

**Вміст нітратів у ґрунті дослідних полів за роками досліджень, мг/кг  
(середнє за 2013-2015 рр.)**

Спосіб внесення добрив	Шар ґрунту, см	Вміст нітратів у ґрунті		
		2013	2014	2015
Без добрив	0-30	8,10	24,20	18,20
	30-50	7,50	11,60	12,70
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> локально при садінні	0-30	36,50	58,10	39,30
	30-50	22,2	31,90	21,30
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> з поливною водою	0-30	8,50	25,90	17,30
	30-50	7,30	12,70	11,60
Розрахункова доза на отримання врожаю бульб 35т/га локально при садінні	0-30	98,90	102,50	89,10
	30-50	52,80	58,70	42,50
Розрахункова доза на отримання врожаю бульб 35т/га з поливною водою	0-30	8,20	23,50	18,00
	30-50	7,20	11,80	12,00

Для порівняння, в 2014 р. відповідні показники становили 63 та 280; в 2015 р. – 62 та 290. В кінці вегетації середні показники вмісту основних елементів зменшувались у шарі 0-30 та 30-50 см, в першому активніше та зрівнювались відмінності між роками.

За вегетаційний період, в середньому за роками, вміст нітратів по дослідних ділянках зменшився від 38,40 до 16,80 в шарі 0-30 см та від 21,60

до 11,0 мг/кг у шарі 30-50 см ґрунту. Тобто бачимо, що азот в шарі 0-30 см використовувався рослинами вдвічі активніше, ніж у шарі 30-50 см.

Початкові показники вмісту азоту на ділянках з різними способами удобрень відрізнялись не більше ніж на 0,4 мг/кг у варіантах без добрив та із внесенням їх з поливною водою, тоді як при внесенні  $N_{60}P_{60}K_{60}$  локально були на 27,80 та 21,20 вище за контроль, а розрахункової дози добрив – на 80 та 60,40 вище (табл. 3.7).

Таблиця 3.7

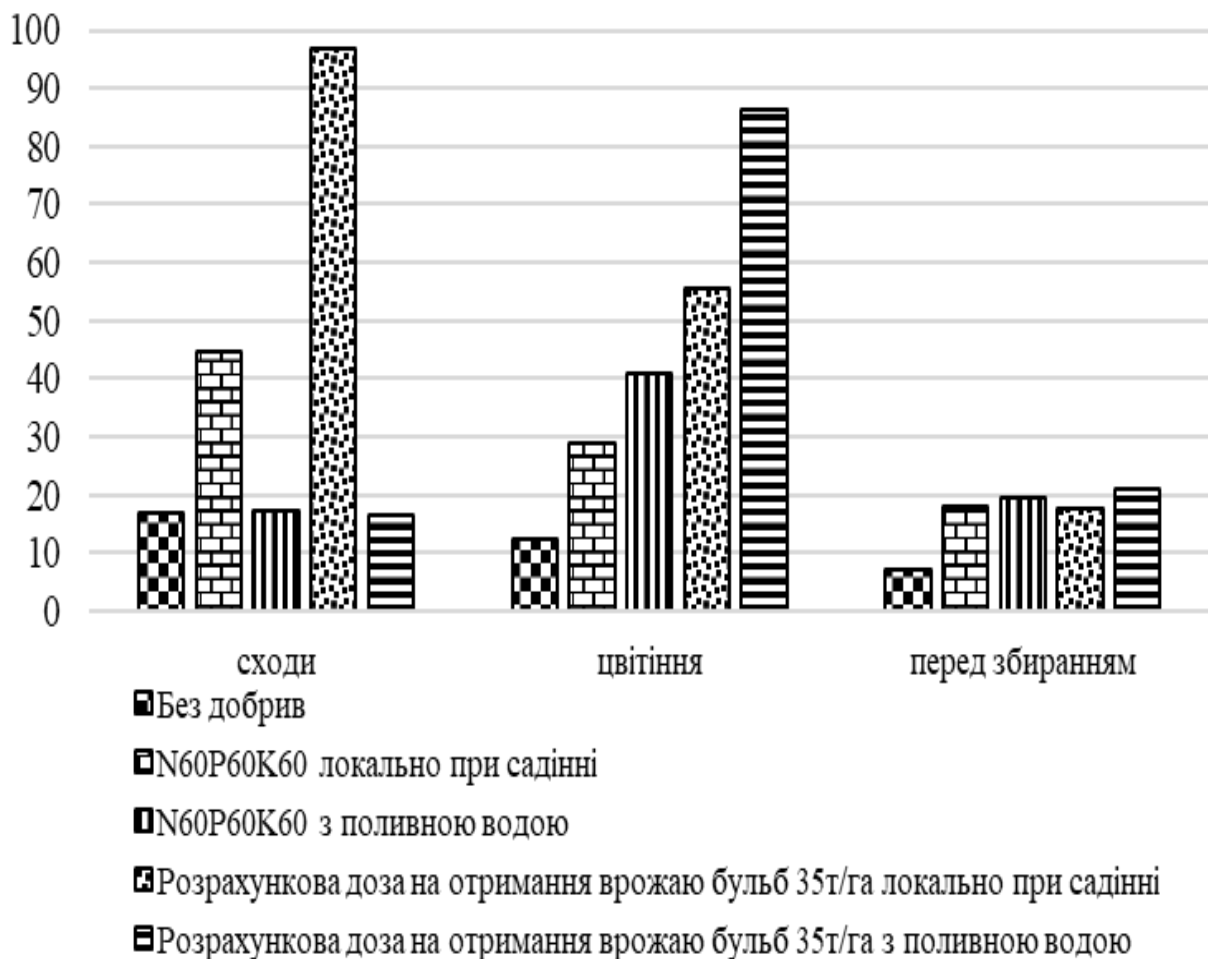
**Вміст нітратів у ґрунті залежно від способу внесення добрив,  
мг/кг (середнє за 2013-2015 рр.)**

Спосіб внесення добрив	Шар ґрунту, см	Вміст нітратів у ґрунті у фазу		
		сходи	цвітіння	перед збиранням
Без добрив	0-30	16,80	12,50	7,30
	30-50	10,60	7,40	5,50
	0-50	13,70	10,00	6,40
$N_{60}P_{60}K_{60}$ локально при садінні	0-30	44,60	28,80	18,00
	30-50	25,10	20,30	12,90
	0-50	34,90	24,60	15,50
$N_{60}P_{60}K_{60}$ з поливною водою	0-30	17,20	40,90	19,60
	30-50	10,50	24,40	14,00
	0-50	13,90	32,70	16,80
Розрахункова доза на отримання врожаю бульб 35т/га локально при садінні	0-30	96,80	55,40	17,70
	30-50	51,30	30,60	9,00
	0-50	74,10	43,00	13,40
Розрахункова доза на отримання врожаю бульб 35т/га з поливною водою	0-30	16,60	86,50	21,20
	30-50	10,30	44,90	13,70
	0-50	13,50	65,70	17,50

У фазу бутонізації внесення з поливною водою  $N_{60}P_{60}K_{60}$  збільшило вміст азоту до 32,7 мг/кг в шарі 0-50 см (на контролі – 10); розрахункової дози добрив – до 65,7. В цей же час на ділянках з локальним внесенням добрив вміст нітратів зменшився до 24,6 та 43 ( $N_{60}P_{60}K_{60}$  та розрахункова доза добрив, відповідно).

До кінця вегетації всі варіанти з удобренням мали вміст нітратів на 13,9-10,4 мг/кг більше за контроль в шарі ґрунту 0-30 см та на 11,1-70 мг/кг більше у шарі 30-50 см.

Отже, за перший період вегетації від сходів до цвітіння рослини на ділянці без добрив спожили 3,8 мг/кг нітратів, від цвітіння до збирання – 3,6 мг, разом – 7,3 мг (шар 0-50 см). На ділянках із внесенням  $N_{60}P_{60}K_{60}$  локально – 10,3 до цвітіння та 9,1 мг після; із внесенням розрахункової дози добрив – 31,1 до цвітіння та 29,7 після (рис. 3.9). Найбільша концентрація азоту у варіантах з фертигацією спостерігалась у фазу цвітіння: 32,7 та 65,7 мг/кг ( $N_{60}P_{60}K_{60}$  та розрахункова доза добрив).



**Рис. 3.9. Вміст нітратів у ґрунті за фазами розвитку рослин залежно від способу внесення добрив, 2013-2015 рр., мг/кг**

Вміст рухомого фосфору в ґрунті залежав як від дослідного поля, так і від способу внесення добрив (табл. 3.8).

**Вміст рухомого фосфору у ґрунті залежно від способу внесення добрив, мг/кг (середнє за 2013-2015 рр.)**

Спосіб внесення добрив	Шар ґрунту, см	Вміст рухомого фосфору у ґрунті у фазу		
		сходи	цвітіння	перед збиранням
Без добрив	0-30	73,80	67,50	59,60
	30-50	60,50	49,60	43,00
	0-50	67,20	58,60	51,30
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> локально при садінні	0-30	93,00	85,90	74,70
	30-50	76,70	63,00	53,80
	0-50	84,90	74,50	64,30
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> з поливною водою	0-30	75,30	88,90	74,00
	30-50	61,00	70,70	53,00
	0-50	68,20	79,80	63,50
Розрахункова доза на отримання врожаю бульб 35т/га локально при садінні	0-30	75,50	67,80	61,30
	30-50	58,40	50,20	39,60
	0-50	67,00	59,00	50,50
Розрахункова доза на отримання врожаю бульб 35т/га з поливною водою	0-30	73,00	69,00	59,50
	30-50	61,40	49,20	44,00
	0-50	67,20	59,10	51,80

Середній вміст рухомого фосфору у ґрунті дослідних ділянок становив 78 мг/кг на початку вегетації та 66 в кінці для шару 0-30 см; та 64; 47 для шару 30-50 см. Середній вміст у ґрунті контрольних варіантів – 67,2 та 51,3 мг/кг. Внесення N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> локально збільшило вміст рухомого фосфору на 17,7 та 13,0 мг від неудобреного контролю; N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> з поливною водою збільшило показники у фазу цвітіння на 21,2 та наприкінці вегетації на 12,2 мг/кг у шарі 0-50 см. Оскільки у варіантах з внесенням розрахункової дози добрив застосовували лише азотні добрива, на вміст рухомого фосфору та обмінного калію вони не вплинули. У цих варіантах середній вміст рухомого фосфору відрізнявся від контрольного варіанту не більше, ніж на 17 мг/кг. Така ж ситуація склалась і з обмінним калієм (табл. 3.9).



Таблиця 3.9

**Вміст обмінного калію у ґрунті залежно від способу внесення добрив, мг/кг (середнє за 2013-2015 рр.)**

Спосіб внесення добрив	Шар ґрунту, см	Вміст обмінного калію у ґрунті у фазу		
		сходи	цвітіння	перед збиранням
Без добрив	0-30	340	280	240
	30-50	290	230	200
	0-50	320	260	220
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> локально при садінні	0-30	410	340	270
	30-50	320	270	260
	0-50	370	310	270
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> з поливною водою	0-30	350	400	290
	30-50	290	320	270
	0-50	320	360	280
Розрахункова доза на отримання врожаю бульб 35т/га локально при садінні	0-50	350	290	250
	0-30	310	240	220
	30-50	330	270	240
Розрахункова доза на отримання врожаю бульб 35т/га з поливною водою	0-50	340	280	240
	0-30	300	230	210
	30-50	320	260	230

Відмінність між кількістю обмінного калію у контрольних та удобрених (N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>) варіантах не така суттєва (21 % у фазу сходів для шару 0-30 см). Тоді як кількість азоту, наприклад, у варіанті з N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> локально перевищувала контроль на 165%. У шарі 0-30 см динаміка обмінного калію на дослідній ділянці мала наступний вигляд: 358 на початку вегетації та 258 в кінці; для шару 30-50 см – 302 на початку та 232 в кінці. Рослини у всіх варіантах, контрольних та з добривами, у перший період вегетації використали 60-70 мг/кг калію, у другий – 43 мг/кг.

Контрольні та варіанти з розрахунковою дозою добрив відрізнялися за вмістом калію не більше, ніж на 15 мг/кг. На ділянках із внесенням N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> локально обмінного калію було більше за контроль на 50 та 45 мг на початку

та в кінці вегетації, із внесенням  $N_{60}P_{60}K_{60}$  з поливною водою – більше на 105 та 60 у фазу цвітіння та наприкінці вегетації.

### **Висновки до розділу 3:**

1. Сумарне водоспоживання картоплі в досліді залежало від глибини розрахункового шару зволоження. Найбільше води споживали варіанти із шаром зволоження 0,6 м – 3534 м<sup>3</sup>/га.

2. Водоспоживання картоплі за різних глибин розрахункового шару зволоження на 58,0-45,3 % формувалося за рахунок поливної води, частка атмосферних опадів склала 46,1-37,1 % та ґрунтової вологи – 14,5-2,9 %.

3. Найбільший коефіцієнт водоспоживання у досліді у неудобрених варіантів – 140 м<sup>3</sup>/т. В усіх удобрених варіантів від знаходився на рівні 100-108 м<sup>3</sup>/т. Найменше води на тонну врожаю витратили при внесенні  $N_{60}P_{60}K_{60}$  локально на фоні зволоження розрахункового шару 0,6 м – 99 м<sup>3</sup>/т.

4. Поживний режим ґрунту на ділянках у досліді формувався значною мірою завдяки складу ґрунту дослідного поля та способу внесення добрив. Максимальний вміст азоту на початку вегетації спостерігався у верхньому шарі ґрунту 0-30 см у варіантах із локальним застосуванням розрахункової дози добрив – 96,8; у фазу цвітіння – у варіантах з розрахунковою дозою добрив з поливною водою – 88,5 мг/кг. Фоновий вміст рухомого фосфору та обмінного калію у досліді був достатньо високим – 73,8 та 340 мг/кг ґрунту. Максимальний вміст цих елементів відмічений у фазу сходів при внесенні  $N_{60}P_{60}K_{60}$  локально (93 і 410) та у фазу цвітіння при застосуванні  $N_{60}P_{60}K_{60}$  з поливною водою – 88,9 та 400 мг/кг.

За матеріалами досліджень даного розділу опубліковано наукові праці, які розміщені в списку використаних джерел під номерами: [205].

## РОЗДІЛ 4

### ФЕНОЛОГІЧНІ ТА МОРФО-БІОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ РОСЛИН КАРТОПЛІ ЗАЛЕЖНО ВІД ФАКТОРІВ ВИРОЩУВАННЯ

#### 4.1 Тривалість фаз росту й розвитку та окремі біометричні показники рослин картоплі

Залежно від погодних умов та фізіологічної стиглості ґрунту садіння за роками досліджень проводили в останню декаду березня – першу декаду квітня. В 2013 р. – 4 квітня, в 2014 р. – 24 березня, в 2015 р. – 27 березня. Початок сходів відмічався на 25-38 день від садіння, залежно від року.

У 2014 р. сходи з'явилися найраніше – на 25-27 день, у 2015 р. через холодну погоду сходи затрималися до 38-40 дня. В середньому за роками, від посадки до появи 10 % сходів пройшов 31 день. На контрольних варіантах перші сходи з'являлися на день раніше. Масові сходи відмічені на 38-40 день. У блоці варіантів із зволоженням шару 0,2 м масові сходи відмічені на день раніше, ніж у блоці 0,6 м.

Схожість у досліді була високою: від 92,8 до 97,1 %. Середні показники за умовами зволоження не відрізнялися (95-96 %). Максимальні показники за способами внесення добрив при застосуванні  $N_{60}P_{60}K_{60}$  з поливною водою – 96,9 %, проте інші варіанти з внесенням добрив відстають щонайбільше на 1,7 %. Найменша схожість у контрольних варіантів – 93,8 %. У 2013 р. була найвища середня схожість – 98,4 %, у 2014 р. – 93,3 %, в 2015 р. – 94,6%.

Початок бутонізації відмічений у всіх варіантах на 48-50 день від посадки, масова фаза – на 54-57 день; початок цвітіння – на 60-66; масове цвітіння – на 71-75 день. Внесення добрив різними способами затримувало настання фаз бутонізації та цвітіння в середньому на 1-4 доби (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

**Фенологічні спостереження за розвитком рослин залежно від умов зволоження та способів внесення добрив (кількість днів від сходів до настання фази), 2013-15 рр.**

№ п/п	Дата садіння	Сходи		Польова схожість, %	Бутонізація		Цвітіння	
		початок	масові		початок	масова	початок	масове
1	24.03-04.04	31	39	94,2	49	57	65	75
2		30	38	96,9	49	54	61	72
3		31	39	96,4	49	56	65	74
4		30	39	95,0	49	55	60	72
5		30	38	95,0	49	56	64	74
6		32	40	94,4	50	56	66	74
7		30	39	94,9	49	54	62	71
8		31	39	97,1	48	55	65	75
9		31	39	95,8	49	54	62	72
10		31	39	97,0	49	55	65	73
11		32	40	92,8	50	57	66	75
12		31	39	94,0	50	55	62	72
13		31	39	97,0	49	55	61	72
14		31	40	95,6	50	55	61	72
15		31	40	95,6	50	56	64	73

**Примітка:** 1, 6, 11 - без добрив; 2, 7, 12 - N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> локально; 3, 8, 13 - N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> з поливною водою; 4, 9, 14 - розрахункова доза на отримання врожаю бульб 35 т/га локально; 5, 10, 15 - розрахункова доза на отримання врожаю бульб 35 т/га з поливною водою. 1,2,3,4,5 - 0,6 м шар зволоження; 6,7,8,9,10 - 0,4 м шар зволоження; 11,12,13,14,15 - 0,2 м шар зволоження

Кількість стебел на кущ у всіх варіантах була майже однаковою, середня по досліді – 2,4 шт./кущ. Внесення N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> та розрахункової дози добрив локально збільшило даний показник лише на 1,4 %. Кількість стебел на гектар насаджень у даних варіантів більше на 5,0 та 3,6 % відповідно. Максимальні показники – 120,8 та 119,2 тис. шт. відмічені у варіантах з розрахунковою дозою на отримання врожаю бульб 35 т/га локально при садінні за умов зволоження 0,6 м шару ґрунту, N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> локально при садінні за умов зволоження 0,4 та 0,2 м шару ґрунту (табл. 4.2).

Таблиця 4.2

**Біометричні показники рослин картоплі залежно від умов зволоження та способів внесення добрив, 2013-2015 рр.**

Розрахунковий шар ґрунту, м (фактор А)	Спосіб внесення добрив (фактор В)		Кількість стебел		Висота рослин за фазами, см			
			шт./кущ	тис. шт./га	масові сходи	масова бутонізація	масове цвітіння	кінець цвітіння
0,6	без добрив		2,4	113,1	30,3	45,9	56,2	64,1
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	локально при садінні	2,4	117,1	30,7	47,6	62,0	75,2
		з поливною водою	2,3	109,9	29,9	44,0	58,9	73,7
	Розрахункова доза на отримання врожаю бульб 35 т/га	локально при садінні	2,5	120,8	31,3	48,3	63,8	77,3
		з поливною водою	2,2	104,3	28,2	43,1	56,0	69,9
0,4	без добрив		2,4	110,7	28,6	43,3	53,9	65,2
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	локально при садінні	2,4	119,2	30,1	47,5	61,0	72,8
		з поливною водою	2,4	114,9	27,6	43,8	58,4	69,1
	Розрахункова доза на отримання врожаю бульб 35 т/га	локально при садінні	2,4	115,7	28,8	46,5	61,0	72,1
		з поливною водою	2,4	118,3	28,2	46,1	58,8	70,3
0,2	без добрив		2,4	114,9	28,2	42,8	54,0	62,3
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	локально при садінні	2,5	119,2	30,6	45,9	60,2	71,0
		з поливною водою	2,2	107,9	27,7	43,7	58,1	66,6
	Розрахункова доза на отримання врожаю бульб 35 т/га	локально при садінні	2,4	114,3	29,8	47,0	63,1	68,1
		з поливною водою	2,3	111,0	30,3	44,1	57,2	63,9

Висоту рослин вимірювали чотири рази – у основні фази розвитку та наприкінці цвітіння. Через 10 днів після появи масових сходів висота рослин була близько 30 см. У цю фазу максимальні відмінності між варіантами ставили 2,5 см. Приріст від внесення N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> та розрахункової дози добрив локально становив близько 1 см (4,9 та 3,2 %). У наступну фазу масової

бутонізації середня висота рослин у досліді була близько 45 см. Варіанти із глибиною зволоження 0,2 та 0,6 м відрізнялися за висотою в середньому на 1,1 см. Внесення  $N_{60}P_{60}K_{60}$  та розрахункової дози добрив локально збільшило висоту рослин на 3,0 та 3,3 см (6,8 та 7,4 % від неудобреного контролю).

У фазу масового цвітіння середня висота рослин зросла до 59 см. Різниця у висоті між варіантами з різними умовами зволоження становила до 1 см. Приріст від  $N_{60}P_{60}K_{60}$  та розрахункової дози добрив локально зріс до 6,4 та 7,9 см або 12 та 15 %. Також збільшилась, порівняно з контролем, висота у варіантах із внесенням добрив з поливною водою – на 4 та 3 см.

До кінця цвітіння висота рослин у досліді зросла ще на 10 см. Проявилась різниця у висоті між блоками з різними умовами зволоження (приріст від збільшення глибини на 0,2 та 0,4 м – на 5,3 та 8,5 см). Максимальної висоти у досліді досягли рослини у варіантах із внесенням розрахункової дози добрив локально – 77 см,  $N_{60}P_{60}K_{60}$  локально – 75 та з поливною водою – 74 см (на фоні зволоження шару 0,6 м). Також дані варіанти продемонстрували найбільший приріст порівняно з неудобреним контролем – 21, 17 та 15 %.

#### **4.2 Формування асиміляційного апарату рослин картоплі**

Формування високого врожаю сільськогосподарських рослин є результатом фотосинтезу, у процесі якого з простих речовин утворюються багаті енергією складні і різноманітні за хімічним складом органічні сполуки. Як відомо, інтенсивність накопичення органічної речовини залежить від величини листкової поверхні, яка визначається біометричними параметрами рослин і значною мірою залежить від режиму їх живлення, а також тривалістю активної діяльності листя. Потужність асиміляційного апарату і тривалість його роботи є вирішальним фактором продуктивності фотосинтезу, який зумовлює кількісні та якісні показники врожаю [247–249].

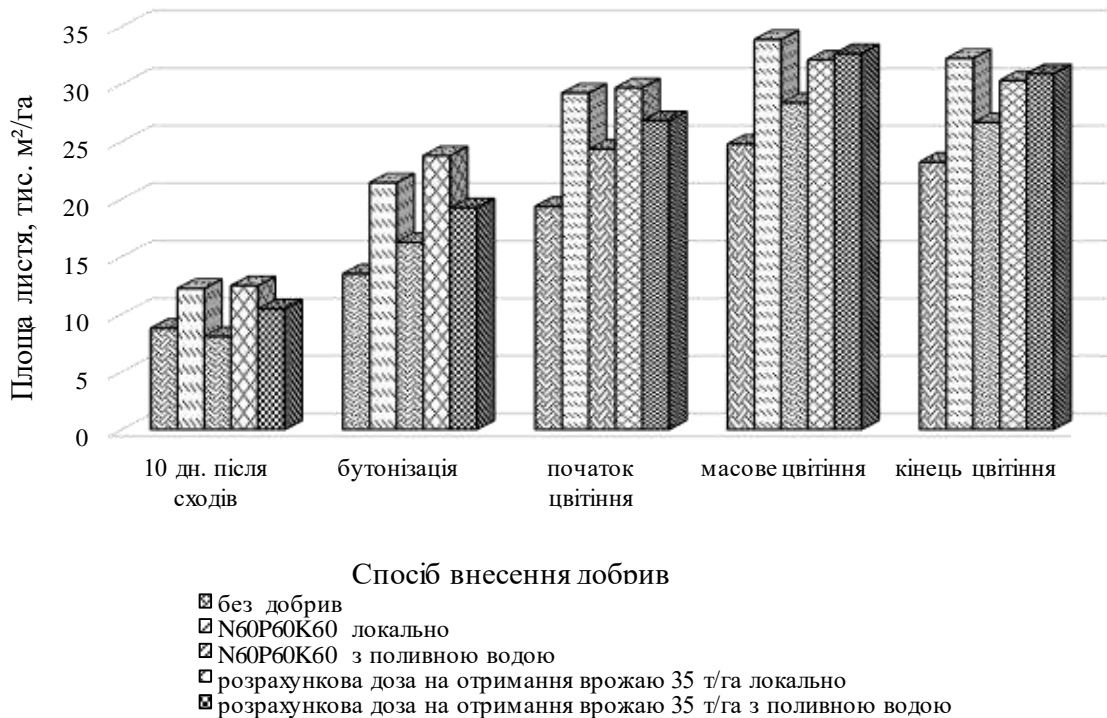
Інтенсивність фотосинтезу не однакова у різних рослин, що пов'язане з структурою куща окремих сортів картоплі та умовами вирощування. Різна вона і у листків рослини залежно від їх віку та розміщення на стеблах. На кожному стеблі формується, залежно від сорту і умов вирощування 14-20 ярусів листків загальною площею 0,6-2,0 м<sup>2</sup> на кущ. Максимальна інтенсивність фотосинтезу, як правило, спостерігається у листків 3-4 ярусів зверху [250].

Площа листя рослин картоплі безпосередньо та найбільш суттєво впливає на її врожайність, адже зі збільшенням продуктивної листової поверхні зростає інтенсивність фотосинтезу і нагромадження поживних речовин. Зволоження та удобрення є одними з основних факторів, що впливають на площу листової поверхні картоплі. Середня за три роки площа листя в десятиденний період від сходів – 10,4 тис. м<sup>2</sup>/га (34 % від максимуму у фазу цвітіння), у 2013 р. – 11,5; 2014 р. – 7,1; у 2015 р. – 12,6. Отже погодні умови цих років суттєво вплинули на наростання площі листя у період до першого вимірювання. Збільшення глибини зволоження від шару 0,2 до 0,4 та 0,6 м збільшило в середньому площу листя на 16 та 42 % (рис. 4.1).



**Рис. 4.1. Площа листкової поверхні рослин картоплі залежно від умов зволоження, тис. м<sup>2</sup>/га (середнє за 2013-2015 рр.)**

Максимальні абсолютні показники зафіксовані при внесенні  $N_{60}P_{60}K_{60}$  та розрахункової дози добрив локально на фоні зволоження шару 0,6 м – 15,1 та 14,2 тис.  $m^2/га$ ; також, в середньому по фактору, ці способи внесення добрив забезпечили найбільші прибавки порівняно з неодобреним контролем 39 та 42 % (рис. 4.2).



**Рис. 4.2. Площа листкової поверхні рослин картоплі залежно від фону живлення, тис.  $m^2/га$  (середнє за 2013-2015 рр.)**

При наступному вимірюванні у фазу бутонізації площа листя, в середньому по досліді, зросла до 18,8 тис.  $m^2/га$ , тобто ще на 28 %. У 2013 р. цей показник становив 16,7; у 2014 р. – 22,7; у 2015 р. – 17,1 тис.  $m^2/га$ . Зволоження ґрунту на 0,4 та 0,6 м збільшило площу листя в середньому на 12 та 35 % від показника 0,2 м. Найбільша площа листя у цю фазу у варіанті із внесенням  $N_{60}P_{60}K_{60}$  та розрахункової дози добрив локально на фоні зволоження шару 0,6 м – 28,2 та 27,5 тис.  $m^2/га$ , також на цих варіантах найбільший приріст площі листя порівняно з контролем – 89 та 85 %. За інших умов зволоження ґрунту найбільші показники притаманні варіантам із



внесенням розрахункової дози добрив локально. Це пояснюється майже вдвічі більшим вмістом азоту в розрахунковій дозі добрив порівняно з  $N_{60}P_{60}K_{60}$  і його впливом на формування надземної маси у період до бутонізації.

На початку цвітіння співвідношення середніх показників площі листя між глибинами зволоження ґрунту залишалось таким же – збільшення глибини на 0,2 та 0,4 м призвело до збільшення площі листя на 31 та 12 %. Середня за цей період площа – 25,9 тис.  $m^2/га$  (85,5 % від максимуму). У перший рік досліджень цей показник становив 29,5; другий – 30,3; третій – 17,9 тис.  $m^2/га$ . Низькі показники 2015 р. спричинені значним підвищенням температур у цей період. Найбільші абсолютні показники та приріст від контролю – 38,1 та 32,7 (75 та 51%) у цей період притаманні тим же варіантам, що і раніше.

До фази масового цвітіння площа листя в досліді досягла максимуму та становила 30,3 тис.  $m^2/га$ . За трьома роками цей показник становив 34,0; 34,4 та 22,6 тис.  $m^2/га$ . Дещо зменшилась частка впливу глибини зволоження на показники площі листової поверхні – різниця становила 6 та 18 %. Найбільший показник площі листя по досліді за три роки – 40,2 тис.  $m^2/га$  (50,5 % від неудобреного контролю) зафіксовано на варіанті із внесенням  $N_{60}P_{60}K_{60}$  локально на фоні зволоження шару 0,6 м. За роками цей показник змінювався наступним чином: у 2013 – 47,8; у 2014 – 43,0; у 2015 – 29,8 тис.  $m^2/га$ .

Також доволі високі значення отримані при внесенні розрахункової дози добрив локально та з поливною водою на фоні зволоження шару 0,6 та 0,4 м (32,0-35,0 тис.  $m^2/га$ ). До кінця цвітіння середня площа листя знизилась на 1,6 тис.  $m^2/га$ . Співвідношення між удобреними та неудобреними варіантами та між різними рівнями зволоження залишилось майже таким же, як і при масовому цвітінні.

Тобто внесення  $N_{60}P_{60}K_{60}$  локально забезпечує максимальні показники площі листової поверхні на фоні зволоження 0,6 м шару ґрунту, також високі

показники забезпечує внесення розрахункової дози добрив локально на цьому ж фоні.

#### **4.3 Динаміка накопичення сухої речовини та фотосинтетична діяльність рослин картоплі**

Узагальнюючим показником продуктивності різних культур є вихід сухої речовини господарсько цінної маси врожаю рослин (листя + стебла + бульби). Для умов України добрими показниками продуктивності польових культур є 70-80, високими – 100-120, дуже високими – 140-160 ц/га сухої речовини [251].

В процесі життєдіяльності рослини відповідно до фаз розвитку накопичують надземну та підземну маси. Про вплив досліджуваних факторів на продуктивність картоплі можна судити за інтенсивністю накопичення сухої речовини у бадиллі та бульбах.

Через 10 днів після появи масових сходів в рослинах накопичилось, в середньому, 0,246 т/га сухої речовини (від 0,138 у варіанті без добрив на фоні зволоження шару 0,2 м до 0,414 на фоні зволоження шару 0,6 м та внесення розрахункової дози добрив локально). Також високі показники зафіксовані у варіанті із внесенням  $N_{60}P_{60}K_{60}$  локально (0,389 т/га).

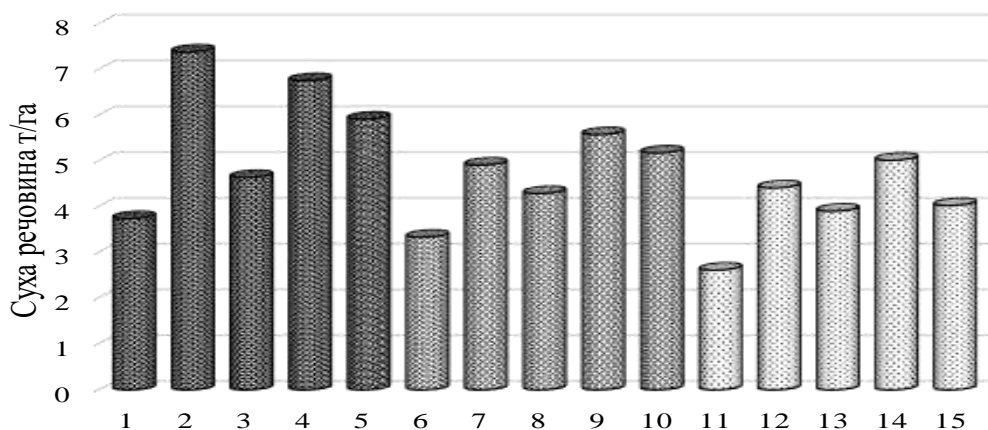
Значні показники накопичення сухої речовини у варіантах із внесенням розрахункової дози добрив пояснюються високим вмістом азоту порівняно з іншими варіантами та його впливом на нагромадження зеленої маси на початкових етапах розвитку рослин. Варіанти із внесенням добрив з поливною водою сформували на ранніх стадіях розвитку в цілому таку ж масу сухої речовини, як і на неудобрених варіантах, що пояснюється застосуванням фертигації у фазу бутонізації.

В період від сходів до бутонізації по досліді накопичено близько 1,19 т сухої речовини на гектар у бадиллі та бульбах, що починають формуватися. Внесення  $N_{60}P_{60}K_{60}$  локально у цей період забезпечило майже дворазове

збільшення кількості сухої речовини (від 0,98 до 1,852 т на фоні зволоження 0,6 м). Також значне збільшення забезпечило внесення розрахункової дози добрив локально на тому ж фоні (+90 %). У цей період збільшення глибини зволоження ґрунту від 0,2 до 0,6 м збільшило масу сухої речовини на 19,7 та 53 %.

На початок бутонізації суттєво зросла середня по досліді кількість сухої речовини на гектар насаджень – до 2,935 т. В цей час на ділянках з внесенням  $N_{60}P_{60}K_{60}$  локально на фоні зволоження 0,6 м накопичено 4,59 т/га, що на 1,635 т вище середнього показника по досліді та майже на 100 % більше неудобреного контролю на цьому ж фоні. В середньому по всіх рівнях зволоження локальне внесення нітроамофоски в діючій речовині  $N_{60}P_{60}K_{60}$  збільшило кількість сухої речовини на 74 %. Як і в попередній фазі, збільшення глибини зволоження на 0,2 та 0,4 м збільшило даний показник на 18 та 47 %.

У фазу масового цвітіння максимальні показники кількості сухої речовини – 7,381; 6,755 та 5,916 т/га зафіксовані на фоні зволоження 0,6 м шару та внесення  $N_{60}P_{60}K_{60}$  локально, розрахункової дози добрив локально та з поливною водою (рис. 4.3).



**Рис. 4.3. Маса сухої речовини залежно від рівня зволоження та способу внесення добрив у фазу цвітіння, 2013-15 рр., т/га**

**Примітка:** 1,6,11 – без добрив, 2,7,12 –  $N_{60}P_{60}K_{60}$  локально, 3,8,13 –  $N_{60}P_{60}K_{60}$  з поливною водою, 4,9,14 – розрахункова доза на отримання врожаю 35 т/га локально, 5,10,15 – розрахункова доза на отримання врожаю 35 т/га з поливною водою.

В середньому по фактору удобрення, локальне внесення нітроамофоски збільшило масу сухої речовини на 72 % порівняно з контролем, внесення такої ж дози добрив з поливною водою – на 32 %, розрахункової дози локально – на 79 %, з поливною водою – 56 %. Також дещо зменшилась різниця між варіантами з різною глибиною зволоження (до 16 та 42 %). Хоча в абсолютному вираженні різниця поступово зростає, проте у відсотковому – зменшується по мірі росту рослин та накопичення врожаю.

На кінець цвітіння маса сухої речовини зросла до 6,36 т/га по досліді, у варіанті із внесенням  $N_{60}P_{60}K_{60}$  локально – до 9,709 т/га, розрахункової дози локально – до 8,723, з поливною водою – до 7,891 т/га (фон зволоження 0,6 м); що становило 95, 74 та 58 % від неудобреного контролю.

Чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) характеризує ефективність формування сухої речовини на одиницю площі листкової поверхні за визначений час (добу).

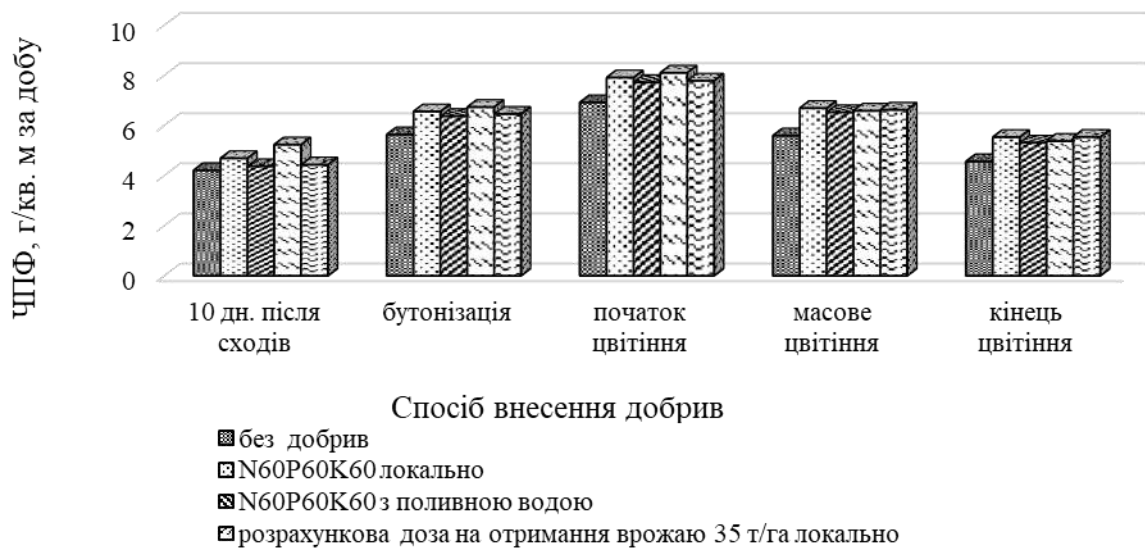
Показником оптимального проходження фотосинтезу є кількість пластичних речовин на одиницю листкової поверхні, що їх нагромаджує посів. Вважається оптимальним, коли на 1 м<sup>2</sup> площі листків у зернових, коренеплодів, картоплі та інших культур асимілюється 4-6 г органічної речовини за добу [251].

Чиста продуктивність у досліді знаходилась у межах 4,0-5,8; 5,3-6,9; 6,5-8,3; 5,3-7,1; 4,3-5,9 г/м<sup>2</sup> за добу за міжфазними періодами до сходів, сходи-бутонізація, бутонізація-початок цвітіння, початок цвітіння-масове та масове-кінець цвітіння, відповідно.

У фазу сходів різниця між середніми показниками за різними розрахунковими шарами становила 4,2; 4,5 та 5,0 г/м<sup>2</sup> (0; 7 та 18 %). Внесення  $N_{60}P_{60}K_{60}$  та розрахункової дози добрив локально збільшило продуктивність фотосинтезу на 11 та 24 % у цю фазу. В період між сходами та бутонізацією різниця між блоками із різною глибиною зволоження скоротилась до 5 та 8%. Продуктивність листкової поверхні варіантів без добрив в середньому становила 5,6;  $N_{60}P_{60}K_{60}$  (локально) – 6,6; розрахункова доза добрив (локально)

– 6,7 г/м<sup>2</sup>. На фоні зволоження 0,2 м приріст від внесення добрив у відсотковому значенні набагато вище, ніж на 0,6 м, проте абсолютні показники нижче. Така ж тенденція прослідковується і в інші фази розвитку.

У період бутонізація – початок цвітіння продуктивність фотосинтезу досягає максимуму, середнє по досліді значення – 7,7 г/м<sup>2</sup>. Співвідношення між середніми показниками за умовами зволоження залишається таким же, як і у попередню фазу. Чотири способи внесення добрив збільшили ЧПФ у цю фазу на 14, 12, 17 та 12 % (рис. 4.4).



**Рис. 4.4. Чиста продуктивність фотосинтезу рослин картоплі за фазами росту та розвитку, г/м<sup>2</sup> за добу (середнє за 2013-2015 рр.)**

У подальшому продуктивність фотосинтезу зменшувалась в середньому до 6,4 (початок цвітіння-масове) та до 5,3 (до кінця цвітіння). Внесення N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> локально підвищило продуктивність на 22 % на фоні зволоження 0,6 м, в наступний період – до 24 %.

Не менш важливою задачею, поряд із сприянням створенню оптимальної площі листя посівів сільськогосподарських культур, є подовження періоду роботи фотосинтетичного апарату. Відображає цей процес показник фотосинтетичного потенціалу (ФП), що характеризує

сумарну робочу листову поверхню за період фотосинтезу посіву.

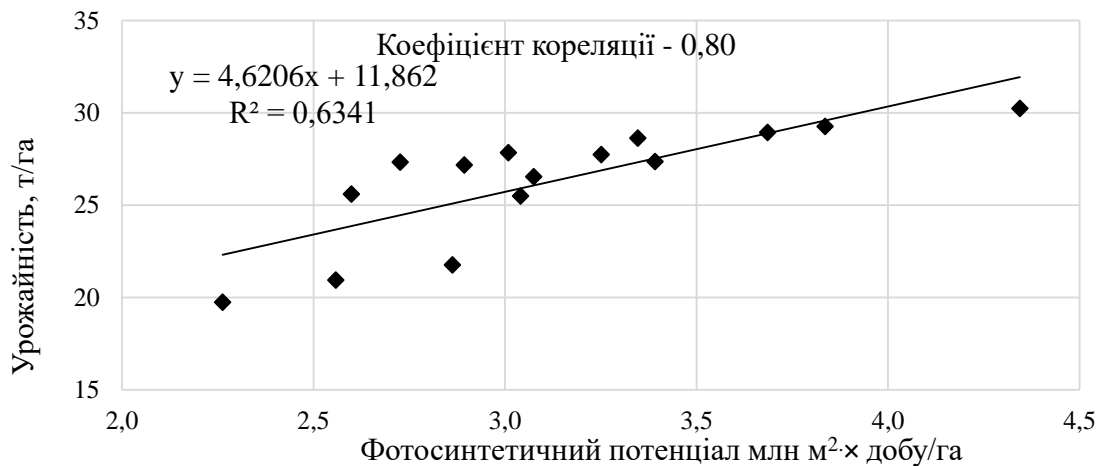
Проведений регресивний аналіз одержаних даних показав, що між показниками фотосинтетичного потенціалу у міжфазний період 10 днів після сходів-кінець цвітіння та рівнем урожаю картоплі існує залежність, що виражається математичною моделлю залежності урожаю бульб від фотосинтетичного потенціалу та виражається рівнянням наступного виду:

$$Y = 0,0046 \cdot X + 11,862$$

де  $Y$  – урожай бульб, т/га;

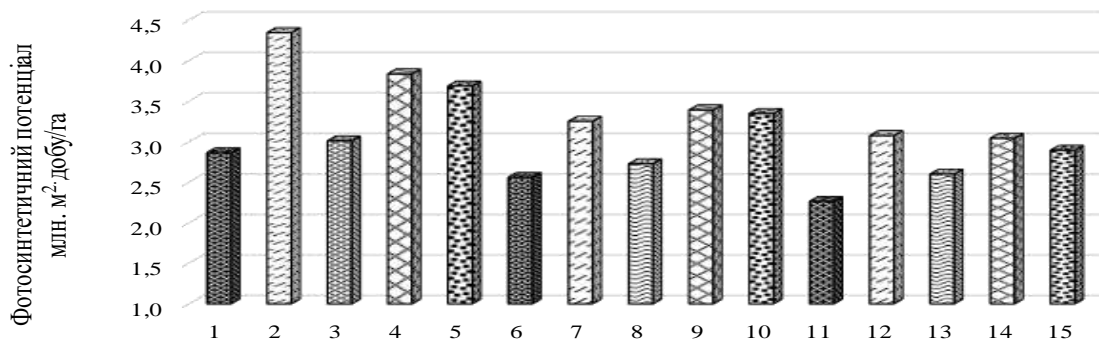
$X$  – фотосинтетичний потенціал сорту, млн  $\text{м}^2 \times \text{добу/га}$ .

Коефіцієнт множинної кореляції  $0,796 \pm 0,13$  свідчить про зв'язок вище середнього урожайності бульб з фотосинтетичним потенціалом. Коефіцієнт детермінації становив  $R^2 = 0,6341 \pm 0,17$  (рис. 4.5).



**Рис. 4.5. Статистична модель залежності рівня урожаю картоплі та фотосинтетичного потенціалу у міжфазний період 10 днів після сходів-кінець цвітіння (середнє за 2013-15 рр.)**

Найбільшого значення фотосинтетичного потенціалу  $4,3 \text{ млн м}^2 \times \text{добу/га}$  було отримано за умов зволоження  $0,6 \text{ м}$  шару ґрунту та локального внесення  $\text{N}_{60}\text{P}_{60}\text{K}_{60}$ , що на  $51,7\%$  більше від контролю (рис. 4.6). При цьому він дещо повторював залежність наростання площі листя.



**Рис. 4.6. Фотосинтетичний потенціал насаджень картоплі залежно від способу внесення добрив у міжфазний період 10 днів після сходів-кінець цвітіння, млн м<sup>2</sup> × добу/га (середнє за 2013-15 рр.)**

**Примітка:** 1,6,11 – без добрив, 2,7,12 – N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> локально, 3,8,13 – N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> з поливною водою, 4,9,14 – розрахункова доза на отримання врожаю 35 т/га локально, 5,10,15 – розрахункова доза на отримання врожаю 35 т/га з поливною водою.

Прибавка відносно контролю (ФП) також спостерігається у варіантах з локальним внесенням N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> за умов зволоження 0,2 м шару ґрунту та з розрахунковою дозою на отримання врожаю 35 т/га локально при зволоженні 0,2 та 0,6 м шару, відповідно 35,9; 34,4; 34,0 % відносно контролю в середньому за роками досліджень (рис. 4.7).



**Рис. 4.7. Фотосинтетичний потенціал насаджень картоплі залежно від способу внесення добрив у міжфазний період 10 днів після сходів-кінець цвітіння, % від контролю (середнє за 2013-2015 рр.)**

#### Висновки до розділу 4:

1. Польова схожість картоплі у досліді сформувалась на рівні 92,8-97,1%, в контрольних варіантах – 93,8%. За роками досліджень вона становила: 2013 р. – 98,4%, 2014 р. – 93,3%, 2015 – 94,6%, що обумовлено погодними умовами.

2. Максимальної висоти у досліді досягли рослини у варіантах із внесенням розрахункової дози добрив локально – 77 см,  $N_{60}P_{60}K_{60}$  локально – 75 та з поливною водою – 74 см (на фоні зволоження шару 0,6 м). Також на цих варіантах відмічено найбільший приріст порівняно з неудобреним контролем – 21, 17 та 15%.

3. Найбільша площа листя під час бутонізації відмічена у варіанті із внесенням  $N_{60}P_{60}K_{60}$  та розрахункової дози добрив локально на фоні зволоження шару 0,6 м – 28,2 та 27,5 тис.  $m^2/га$ , також на цих варіантах найбільший приріст площі листя порівняно з контролем – 89 та 85%. Максимальний показник площі листя у фазу цвітіння – 40,2 тис.  $m^2/га$  (50,5% від неудобреного контролю) зафіксовано на варіанті із внесенням  $N_{60}P_{60}K_{60}$  локально на фоні зволоження шару 0,6 м.

4. На початок бутонізації внесення  $N_{60}P_{60}K_{60}$  локально на фоні зволоження 0,6 м сприяло накопиченню 4,59 т/га сухої речовини, що на 1,635 т/га вище середнього показника по досліді та майже на 100% більше неудобреного контролю на цьому ж фоні. В середньому, за всіма рівнями зволоження, локальне внесення нітроамофоски  $N_{60}P_{60}K_{60}$  збільшило кількість сухої речовини на 74%. У фазу масового цвітіння максимальні показники сухої речовини – 7,381; 6,755 та 5,916 т/га зафіксовані на фоні зволоження 0,6 м шару та внесення  $N_{60}P_{60}K_{60}$  локально, розрахункової дози добрив локально та з поливною водою.

5. Продуктивність фотосинтезу досягає максимуму (середнє по досліді значення – 7,7  $г/м^2$ ) у період бутонізація – початок цвітіння. Внесення  $N_{60}P_{60}K_{60}$  локально підвищило продуктивність фотосинтезу на 22% на фоні зволоження 0,6 м, в наступний період – до 24%.



6. Максимальне значення фотосинтетичного потенціалу (ФП) – 4,3 млн  $\text{м}^2 \times \text{добу/га}$  було отримано за умов зволоження 0,6 м шару ґрунту та локального внесення  $\text{N}_{60}\text{P}_{60}\text{K}_{60}$ , що на 51,7% більше від контролю.

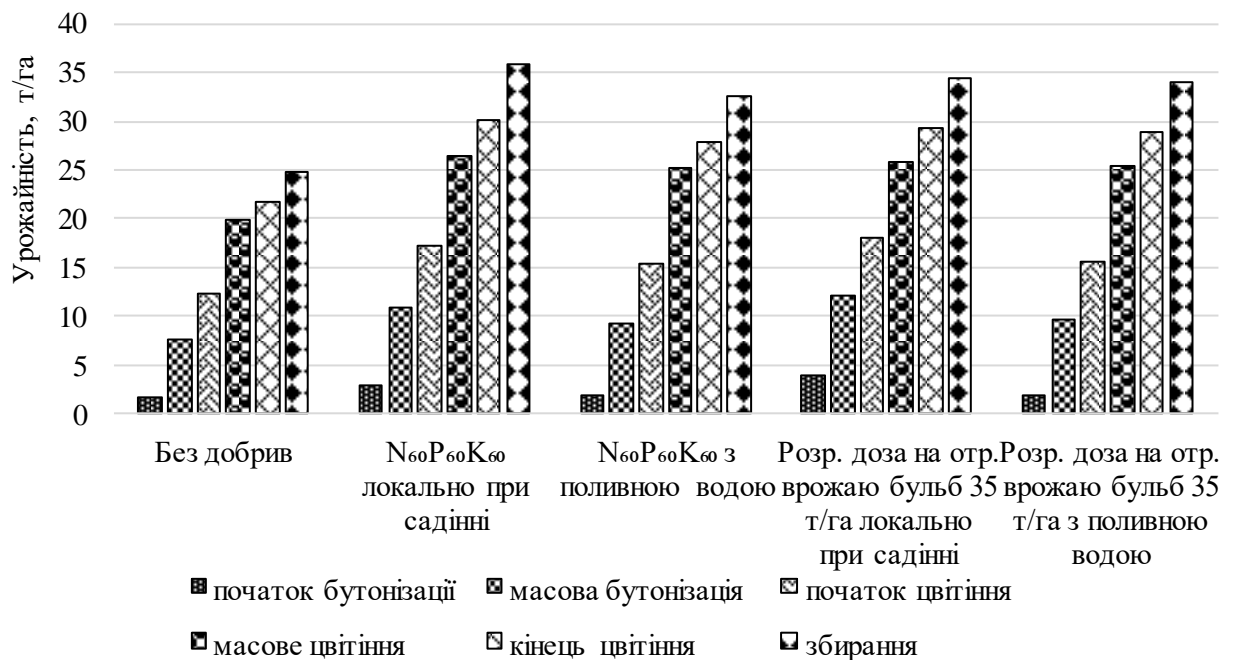
За матеріалами досліджень даного розділу опубліковано наукові праці, які розміщені в списку використаних джерел під номерами: [202, 206, 207, 211, 213, 221, 223].

## РОЗДІЛ 5

### ПРОДУКТИВНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ КАРТОПЛІ ЗА РІЗНИХ УМОВ ЗВОЛОЖЕННЯ ТА СПОСОБІВ ВНЕСЕННЯ ДОБРИВ

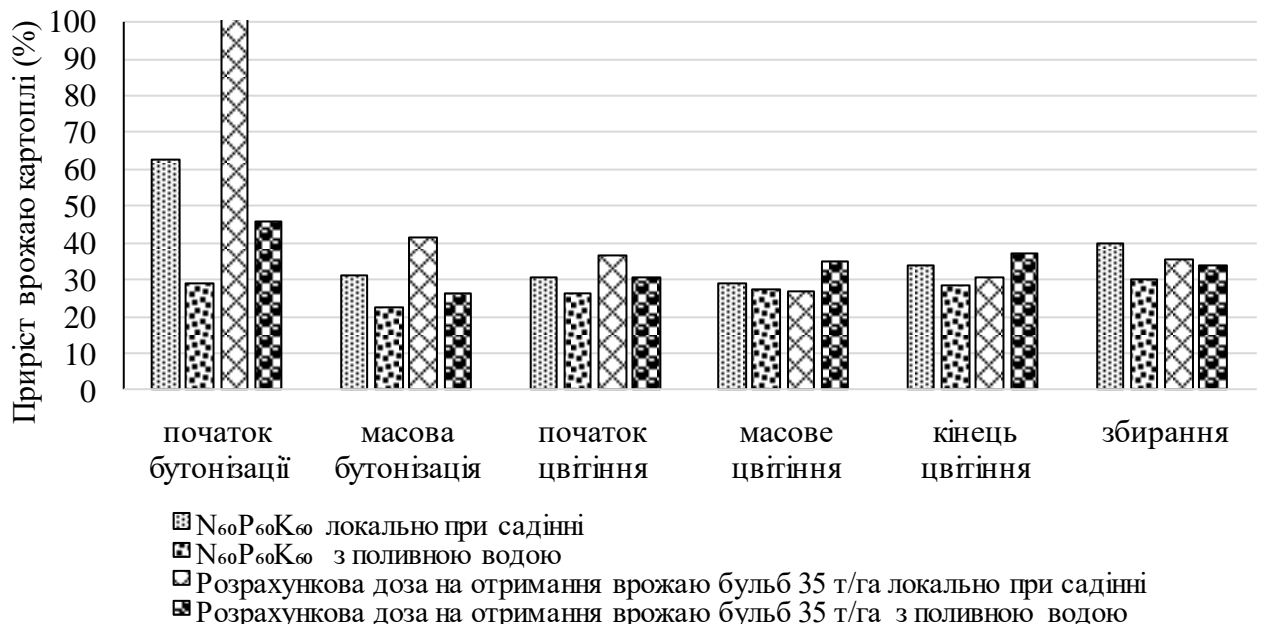
#### 5.1 Динаміка накопичення врожаю

Спостереження за динамікою накопичення врожаю проводили на початку та у повну фазу бутонізації і цвітіння, а також наприкінці цвітіння. В середньому за три роки, на початку бутонізації рослини у досліді сформували 1,9 т/га бульб, або 6% від біологічного врожаю (рис.5.1).



**Рис. 5.1. Динаміка накопичення врожаю бульб картоплі залежно від умов зволоження та способу внесення добрив за фазами росту та розвитку рослин, т/га (середнє за 2013-2015 рр.)**

Вже у дану фазу помітна різниця між врожайністю груп із різною глибиною зволоження – шар 0,2 м в середньому накопичив 1,4 т/га, тоді як шар 0,6 м – 2,5 т/га (на 76% більше). Найбільший приріст від використання добрив забезпечив варіант із внесенням розрахункової дози локально – 1,7 т/га, або 130% від недобреного контролю (рис. 5.2).



**Рис. 5.2. Приріст врожаю картоплі залежно від способу внесення добрив у порівнянні з неудобреним фоном за фазами вегетації рослин незалежно від умов зволоження, % (середнє за 2013-2015 рр.)**

В той же час внесення N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> збільшило урожайність на 52 %. Варіанти із внесенням з поливною водою N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> у відсотковому вираженні накопичили менше врожаю на 0,7 та 0,5% за неудобрений контроль. У 2014 р. сформовано найбільшу врожайність у досліді на початок бутонізації – 2,2 т/га порівняно з 1,6 та 1,8 у 2013 та 2015 р.

Вже у масову фазу бутонізації у досліді було накопичено в середньому 8,9 т/га бульб, або майже 30% від врожайності за біологічної стиглості. На фоні розрахункового шару зволоження 0,6 м урожайність у цю фазу була вищою на 1,9 т/га (24%) за шар 0,2 м. Найбільший врожай відмічений на варіантах із N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> та розрахунковою дозою добрив локально на фоні зволоження 0,6 м ґрунту – 10,9 та 12,0 т/га, а також на фоні зволоження 0,4 м – 9,3 та 10,1 т/га. В середньому по фактору, найбільший приріст врожайності у варіантах із внесенням у гребінь розрахункової дози добрив – 47,8%. Як і в попередню фазу варіанти з використанням добрив з поливною водою відстають в процесі нагромадження врожаю на 2,4 % від неудобреного контролю. У 2014 р. в досліді було накопичено 9,4 т/га порівняно з 8,5 та

8,9 т/га у інші роки.

При наступному дослідженні у фазу початку цвітіння врожайність бульб виросла до 47% від біологічного врожаю, при цьому варіанти із зволоженням шару 0,6 м накопичили 49%, а на фоні 0,2 м – 45%. Внесення добрив у цю фазу збільшило врожайність від 2,3 до 5,8 т/га залежно від способу удобрення та шару зволоження. Найефективніше добрива були використані у варіантах із локальним застосуванням розрахункової дози та  $N_{60}P_{60}K_{60} + 5,8$  та 5,0 т/га (47 та 41%) на фоні шару 0,6 м. На даному етапі варіанти без удобрення формують свій урожай в середньому на 2 % швидше. У 2014 р. середня врожайність дослідів у фазу початку цвітіння – 15,1, тоді як у 2013 р. – 14,0 т/га.

В наступну фазу масового цвітіння тенденція до прискореного накопичення врожаю на неудобрених варіантах розвивається: тепер уже всі удобрені варіанти сформували у відсотковому вираженні на 1,0 – 5,5% менше за неудобрений контроль. Середня по досліді врожайність зросла на 8,8 т/га – до 23,3 т/га. Різниця між показниками по групах зволоження 0,2 та 0,6 м досягла 2,6 т/га (11%). За цього вимірювання врожайність у варіанті із внесенням у гребінь мінеральних добрив  $N_{60}P_{60}K_{60}$  перевищила варіант із розрахунковою дозою добрив (26,5 т/га проти 25,9). Також при даному вимірюванні варіанти із фертигацією наближаються по врожайності до тих, де добриво вноситься у гребінь (приріст врожайності близько 5 т/га від неудобреного контролю на всіх варіантах). У 2013 р. у досліді у цей час врожайність була на рівні 22,6, у 2014 р. – 24,2, у 2015 р. – 23,1 т/га.

До кінця цвітіння на дослідній ділянці сформовано урожай, в середньому 26 т/га, що відповідає 85 % урожаю в біологічну стиглість. Максимальна врожайність відмічена у варіанті із внесенням  $N_{60}P_{60}K_{60}$  локально на фоні зволоження розрахункового шару 0,6 м – 30,2 т/га. Ненабагато відстає варіант із розрахунковою дозою добрив локально – 29,3 т/га на цьому ж фоні. Стабільно високі врожаї на всіх фонах зволоження забезпечило також внесення розрахункової дози з поливною водою – 27,2; 28,6 та 28,9 для шарів 0,2, 0,4 та 0,6 м. Взагалі, застосування

всіх способів внесення добрив забезпечило прибавки в урожайності від 27,9 до 38,9% від неудобреного контролю. Середня врожайність на контролі за роки досліджень – 20,8 т/га. Різниця між середніми показниками врожайності по умовам зволоження між шаром 0,2 та 0,4 м – 1,5 т/га, 0,2 та 0,6 м – 2,7 т/га, або 10% (табл. 5.1). Отже, зволоження шару 0,6 м та застосування  $N_{60}P_{60}K_{60}$  і розрахункової дози добрив локально забезпечує найвищий врожай на рівні 29-30 т/га у фазу кінця цвітіння (раннє збирання).

Таблиця 5.1

**Динаміка накопичення врожаю картоплі залежно від умов зволоження та способів внесення добрив (середнє за 2013-2015 рр.)**

№ вар.	Урожайність бульб у фазу, т/га						% від біологічного урожаю				
	початок бутонізації	масова бутонізація	початок цвітіння	масове цвітіння	кінець цвітіння	збирання	початок бутонізації	масова бутонізація	початок цвітіння	масове цвітіння	кінець цвітіння
1	1,7	7,6	12,2	19,8	21,8	24,8	6,8	30,6	49,2	79,6	87,6
2	2,9	10,9	17,3	26,5	30,2	35,8	8,0	30,5	48,2	74,1	84,4
3	1,8	9,3	15,4	25,2	27,8	32,5	5,6	28,7	47,5	77,7	85,7
4	3,9	12,0	18,0	25,9	29,3	34,5	11,4	34,8	52,3	75,1	84,8
5	1,9	9,6	15,5	25,5	28,9	34,0	5,7	28,2	45,6	74,9	85,0
6	1,3	7,3	11,9	19,1	20,9	24,5	5,2	29,9	48,7	78,1	85,4
7	1,8	9,3	14,6	24,0	27,7	33,9	5,3	27,3	43,0	70,8	81,7
8	1,6	8,9	14,9	24,8	27,3	31,7	4,9	28,0	47,1	78,2	86,1
9	2,8	10,1	16,2	23,7	27,4	33,2	8,3	30,4	48,7	71,5	82,4
10	1,6	9,1	15,0	25,7	28,6	34,5	4,7	26,4	43,5	72,5	82,9
11	1,0	6,5	10,8	18,0	19,7	23,7	4,1	27,3	45,6	75,9	83,4
12	1,3	8,8	14,3	23,3	26,5	32,2	4,1	27,2	44,3	72,3	82,4
13	1,1	7,4	13,1	23,0	25,6	30,7	3,5	24,0	42,7	74,8	83,3
14	2,4	9,5	15,0	22,6	25,5	31,1	7,6	30,7	48,2	72,6	82,1
15	1,2	7,6	13,5	23,3	27,2	29,4	4,2	25,9	45,8	79,2	92,3

**Примітка:** 1, 6, 11 – без добрив; 2, 7, 12 –  $N_{60}P_{60}K_{60}$  локально; 3, 8, 13 –  $N_{60}P_{60}K_{60}$  з поливною водою; 4, 9, 14 – розрахункова доза на отримання врожаю бульб 35 т/га локально; 5, 10, 15 – розрахункова доза на отримання врожаю бульб 35 т/га з поливною водою. 1, 2, 3, 4, 5 – шар зволоження 0,6 м; 6, 7, 8, 9, 10 – шар зволоження 0,4 м; 11, 12, 13, 14, 15 – шар зволоження 0,2 м.

## 5.2 Урожайність бульб картоплі та структура врожаю залежно від досліджуваних факторів

Основною метою зрошення є отримання оптимальної, а не максимальної урожайності сільськогосподарських культур. Сьогодні однією з обов'язкових складових зрошення є удосконалення систем удобрення (фертигації) і внесення засобів захисту рослин з поливною водою [253]. Проте за даними Семенченко О. Л. та ін. в дослідках на краплинному зрошенні найвищу урожайність картоплі отримано при внесенні мінеральних добрив у дозі  $N_{60}P_{60}K_{60}$  локально при садінні бульб [252]. В середньому приріст врожайності становив 6 т/га, що на 32% перевищувало показники контролю і на 1,7-17,4% інші варіанти ( $N_{60}P_{60}K_{30}$  врозкид восени та фертигацією).

Урожайність у нашому досліді суттєво змінювалась за роками досліджень та знаходилась в межах 31,65-33,98 т/га на варіантах з різними способами внесення мінеральних добрив та близько 24,34 т/га на варіантах без добрив.

В 2013 р. погодні умови зумовили наступні показники врожайності. Середні дані на фоні зволоження шару 0,4 та 0,6 м майже не відрізнялися: 31,22 та 31,71 т/га, а при зволоженні 0,2 м – 28,42 т/га, що на 11,61% менше (табл. 5.2). В цьому році варіант із внесенням  $N_{60}P_{60}K_{60}$  локально не настільки відрізнявся від інших, як у 2014 та 2015 рр. та на фоні зволоження розрахункових шарів 0,4; 0,6 м становив 33,40 і 33,63 т/га, тоді як внесення  $N_{60}P_{60}K_{60}$  з поливною водою забезпечило урожайність на рівні 33,30 та 33,56 т/га. Тобто різниця між зволоженням шару 0,4 та 0,6 м і внесенням мінеральних добрив ( $N_{60}P_{60}K_{60}$ ) локально та з поливною водою в даному році була несуттєвою. Проте найбільшу урожайність при даних умовах зволоження показав варіант із внесенням розрахункової дози добрив з поливною водою – 34,80 та 34,48 т/га. Прибавка врожайності від внесення добрив різними способами склала від 24,80 до 35,40% від неудобреного контролю.

Таблиця 5.2

**Продуктивність та структура врожаю картоплі залежно від умов  
зволоження та способів внесення добрив, 2013 р.**

№ вар.	Врожайність, т/га	Приріст врожаю за способами внесення добрив		Середні за фактором		Товарність бульб, %	Кількість бульб під кущем, шт.	Маса товарної бульби, г
		т/га	%	А	В			
1	25,09	0,00	0,00	31,71	24,36	89,5	8,5	92,2
2	33,63	8,54	34,04		32,58	90,4	8,1	92,0
3	33,56	8,47	33,77		32,99	91,1	7,8	109,5
4	31,82	6,73	26,82		30,41	90,5	7,1	109,6
5	34,48	9,40	37,45		31,92	90,1	8,1	113,0
6	24,60	0,00	0,00	31,22		88,2	7,7	94,9
7	33,40	8,80	35,77			92,5	6,5	113,6
8	33,30	8,70	35,37			89,7	7,5	107,4
9	30,00	5,40	21,95			88,1	7,7	86,7
10	34,80	10,20	41,46			90,0	7,0	102,3
11	23,40	0,00	0,00	28,42		87,5	7,0	89,7
12	30,70	7,30	31,20			87,3	7,0	91,6
13	32,10	8,70	37,18			89,6	7,3	113,6
14	29,40	6,00	25,64			87,0	7,4	111,3
15	26,48	3,08	13,16			87,3	6,8	104,4
НІР <sub>05</sub> для окремих різниць		ділянки I порядку		3,67				
		ділянки II порядку		2,62				
НІР <sub>05</sub> для головних ефектів		А		1,64				
		В		1,51				

**Примітка:** 1, 6, 11 – без добрив; 2, 7, 12 – N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> локально; 3, 8, 13 – N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> з поливною водою; 4, 9, 14 – розрахункова доза на отримання врожаю бульб 35 т/га локально; 5, 10, 15 – розрахункова доза на отримання врожаю бульб 35 т/га з поливною водою. 1, 2, 3, 4, 5 – шар зволоження 0,6 м; 6, 7, 8, 9, 10 – шар зволоження 0,4 м; 11, 12, 13, 14, 15 – шар зволоження 0,2 м.

При аналізі врожаю велику увагу приділяють його структурі, тобто таким показникам як товарність бульб, маса товарної бульби та кількість бульб під кущем.

Щодо структури врожаю, то 2013 р. відзначився загально нижчою

товарністю бульб порівняно з двома іншими, більшою кількістю бульб та меншою масою товарної бульби. Середня товарність у досліді у 2013 р. – 89,3% (на 4% нижче середнього за роками), найвища на фоні зволоження шару 0,6 і 0,4 м – 90,3 та 89,7%, на 0,2 м – 87,7%. Товарність картоплі у варіантах без удобрення – 88,4%, приблизно на такому ж рівні знаходяться і у варіантах з внесенням розрахункової дози добрив. Внесення мінеральних добрив ( $N_{60}P_{60}K_{60}$ ) підвищило товарність менше, ніж на 2 % порівняно з контролем. Отже, удобрення та збільшення глибини зволоження підвищувало товарність картоплі у 2013 р., але незначно, так як і в інші роки.

Всі способи внесення добрив, в середньому по фактору, зменшили кількість бульб на 2-7% за рахунок збільшення маси великих бульб. Збільшення шару зволоження до 0,6 м підвищило кількість бульб на 11%. Середня товарна бульба у досліді у 2013 р. важила 102 г (середня за роки дослідження – 133). Якщо в 2014 та 2015 рр. чітко помітна різниця у масі бульб між шарами зволоження, то в 2013 р. вона була приблизно на одному рівні. Найбільша середня бульба у варіантах з внесенням  $N_{60}P_{60}K_{60}$  з поливною водою – 110 г. На контролі – 92 г.

У 2014 р. середня врожайність по дослідній ділянці була найвищою за роками досліджень – 32,15 т/га (табл. 5.3). У цьому році також максимально за три роки виділився варіант із внесенням  $N_{60}P_{60}K_{60}$  локально та отримано найбільшу врожайність у досліді – 37,52 т/га (+50,38% від неудобреного контролю). На 1,52 та 2,30 т/га меншу врожайність зафіксували у варіантах із внесенням розрахункової дози добрив з поливною водою на фоні 0,4 та 0,6 м (+45,75 та 41,20%). Інші варіанти внесення добрив сформували урожайність на рівні 33-34 т/га на фоні 0,4 і 0,6 м та 31-32 т/га на фоні 0,2 м.



Таблиця 5.3

**Продуктивність та структура врожаю картоплі залежно від умов  
зволоження та способів внесення добрив, 2014 р.**

№ вар.	Врожайність, т/га	Приріст врожаю за способами внесення добрив		Середні за фактором		Товарність бульб, %	Кількість бульб під кушем, шт.	Маса товарної бульби, г
		т/га	%	А	В			
1	24,95	0,00	0,00	33,34	24,48	96,5	5,2	118,2
2	37,52	12,57	50,38		34,71	96,4	6,0	150,5
3	34,20	9,25	37,07		33,60	97,0	5,9	139,0
4	34,78	9,83	39,40		33,36	94,0	6,1	138,8
5	35,23	10,28	41,20		34,63	97,2	4,7	186,4
6	24,70	0,00	0,00	32,52		96,2	6,8	95,2
7	34,00	9,30	37,65			95,9	6,1	141,5
8	33,90	9,20	37,25			97,3	6,0	137,9
9	34,00	9,30	37,65			96,5	6,3	144,1
10	36,00	11,30	45,75			95,5	7,2	118,1
11	23,79	0,00	0,00	30,61		92,1	7,4	85,4
12	32,60	8,81	37,03			96,2	5,9	135,8
13	32,70	8,91	37,45			97,5	5,9	127,1
14	31,30	7,51	31,57			94,8	6,6	108,0
15	32,65	8,86	37,24			96,6	6,6	124,0
НІР <sub>05</sub> для окремих різниць		ділянки І порядку	2,10					
		ділянки ІІ порядку	3,20					
НІР <sub>05</sub> для головних ефектів		А	0,90					
		В	1,80					

**Примітка:** 1, 6, 11 – без добрив; 2, 7, 12 – N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> локально; 3, 8, 13 – N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> з поливною водою; 4, 9, 14 – розрахункова доза на отримання врожаю бульб 35 т/га локально; 5, 10, 15 – розрахункова доза на отримання врожаю бульб 35 т/га з поливною водою. 1, 2, 3, 4, 5 – шар зволоження 0,6 м; 6, 7, 8, 9, 10 – шар зволоження 0,4 м; 11, 12, 13, 14, 15 – шар зволоження 0,2 м.

Структура врожаю 2014 р. характеризувалась порівняно високими показниками товарності та найбільшими значеннями маси товарної бульби. Як глибина зволоження, так і спосіб внесення добрив підвищували товарність

бульб не більше, ніж на 2,3%. Середній по досліді показник – 96,0%. Найбільші значення – при внесенні  $N_{60}P_{60}K_{60}$  з поливною водою – 97,3%.

В цьому році кількість бульб на удобрених варіантах була на 2,1-8,2% нижчою за показники варіантів без добрив. Найбільш негативно на показник вплинуло внесення мінеральних добрив з поливною водою ( $N_{60}P_{60}K_{60}$ ). Кількість бульб на фоні глибини зволоження 0,6 м виявилась на 13% меншою за аналогічний показник для шару 0,2 м.

Маса товарної бульби у варіанті із внесенням розрахункової дози добрив з поливною водою (0,6 м) була високою, найбільше – 186 г (в цьому ж варіанті найменша середня кількість бульб – 4,7 шт./кущ. Також значної величини досягли бульби у варіантах із внесенням  $N_{60}P_{60}K_{60}$  локально за умов зволоження 0,6-0,4 м шару ґрунту та розрахункової дози добрив локально у 0,4 м шарі. При внесенні  $N_{60}P_{60}K_{60}$  локально на фоні 0,6 м розрахункового шару маса товарної бульби становила 151 г.

Врожайність у 2015 р. була близько середньої. В цей рік найменше на врожай вплинуло внесення  $N_{60}P_{60}K_{60}$  з поливною водою, збільшивши його лише на 4,20 т/га, або на 17,38% (табл. 5.4). Внесення ж такої дози добрив локально підвищило врожайність на 10,49 т або на 43,42%. Вплив локального внесення розрахункової дози знаходився в таких же межах.

Товарність бульб у 2015 р. також наближена до середньої за три роки, Максимальний показник на цей раз притаманний варіанту з локальним внесенням розрахункової дози добрив на фоні шару 0,2 м – 95,8%. Шар зволоження 0,6 м характеризувався найменшими показниками – від 90,6 до 93,1%; тоді як за інших умов зволоження товарність – 94-95%.

В цьому році, на відміну від інших, всі способи внесення добрив вплинули позитивно на кількість бульб під кущем, збільшивши їх від 9 до 28%. Середній показник кількості бульб майже не змінювався залежно від глибини зволоження – 6,2; 6,0 та 6,2 шт./кущ. Максимальні значення у варіанті із внесенням  $N_{60}P_{60}K_{60}$  локально (0,6 та 0,4 м) – 7,2 і 7,1 шт. Мінімальне

збільшення кількості бульб викликане внесенням  $N_{60}P_{60}K_{60}$  з поливною водою – з 5,4 шт. на контролі до 5,9 шт.

Таблиця 5.4

**Продуктивність та структура врожаю картоплі залежно від умов зволоження та способів внесення добрив, 2015 р.**

№ вар.	Врожайність, т/га	Приріст врожаю за способами внесення добрив		Середні за фактором		Товарність бульб, %	Кількість бульб під кушем, шт.	Маса товарної бульби, г
		т/га	%	А	В			
1	24,50	0,00	0,00	31,94	24,17	91,0	5,4	148,0
2	36,27	11,77	48,04		34,66	92,3	7,2	175,8
3	29,70	5,20	21,22		28,37	90,6	5,9	155,4
4	36,87	12,37	50,49		34,99	92,8	6,7	194,5
5	32,35	7,85	32,04		31,43	93,1	6,0	176,8
6	24,20	0,00	0,00	31,00		94,7	5,5	133,9
7	34,41	10,21	42,19			94,0	7,1	157,5
8	28,00	3,80	15,70			94,9	5,8	141,6
9	35,60	11,40	47,11			94,7	6,0	186,4
10	32,80	8,60	35,54			95,6	5,7	245,8
11	23,80	0,00	0,00	29,23		94,3	5,4	138,5
12	33,30	9,50	39,92			94,5	6,6	158,3
13	27,40	3,60	15,13			95,4	6,1	167,0
14	32,50	8,70	36,55			95,8	6,3	186,6
15	29,15	5,35	22,48			91,3	6,4	147,2
НІР <sub>05</sub> для окремих різниць		ділянки I порядку		1,64				
		ділянки II порядку		2,12				
НІР <sub>05</sub> для головних ефектів		А		0,73				
		В		1,22				

**Примітка:** 1, 6, 11 – без добрив; 2, 7, 12 –  $N_{60}P_{60}K_{60}$  локально; 3, 8, 13 –  $N_{60}P_{60}K_{60}$  з поливною водою; 4, 9, 14 – розрахункова доза на отримання врожаю бульб 35 т/га локально; 5, 10, 15 – розрахункова доза на отримання врожаю бульб 35 т/га з поливною водою. 1, 2, 3, 4, 5 – шар зволоження 0,6 м; 6, 7, 8, 9, 10 – шар зволоження 0,4 м; 11, 12, 13, 14, 15 – шар зволоження 0,2 м.

Маса товарної бульби 2015 р. була вище, ніж середні показники та набагато вище за 2013 р. (168, 133 та 102 г, відповідно). Маса бульби на неудобреному контролі – 140 г. У варіантах з внесенням розрахункової дози добрив локально та з поливною водою найбільша середня маса бульб – 190 г,

на фоні  $N_{60}P_{60}K_{60}$  локально – 164 г. Середня врожайність по досліді за три роки становила 31,11 т/га (табл. 5.5).

Таблиця 5.5

**Урожайність картоплі залежно від умов зволоження та способів внесення добрив (середнє за 2013-2015 рр.)**

Розрахунковий шар ґрунту, м (фактор А)	Спосіб внесення добрив (фактор В)		Врожайність, т/га	Приріст врожаю за способами внесення добрив		Середні за фактором	
				т/га	%	А	В
0,6	без добрив		24,85	0,00	0,00	32,33	24,34
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	локально при садінні	35,81	10,96	44,11		33,98
		з поливною водою	32,49	7,64	30,75	31,65	
	розрахункова доза на отримання врожаю бульб 35 т/га	локально при садінні	34,49	9,64	38,81	32,92	
		з поливною водою	34,02	9,18	36,93	32,66	
	0,4	без добрив		24,50	0,00	0,00	31,58
$N_{60}P_{60}K_{60}$		локально при садінні	33,94	9,44	38,52		
		з поливною водою	31,73	7,23	29,52		
розрахункова доза на отримання врожаю бульб 35 т/га		локально при садінні	33,20	8,70	35,51		
		з поливною водою	34,53	10,03	40,95		
0,2		без добрив		23,66	0,00	0,00	29,42
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	локально при садінні	32,20	8,54	36,08		
		з поливною водою	30,73	7,07	29,88		
	розрахункова доза на отримання врожаю бульб 35 т/га	локально при садінні	31,07	7,40	31,29		
		з поливною водою	29,43	5,76	24,36		
	НІР <sub>05</sub> для окремих різниць,			I	1,00		
ділянки порядку			II	1,70			
НІР <sub>05</sub> для головних ефектів			A	0,50			
			B	1,00			

Врожайність при зволоженні розрахункового шару 0,2 м – 29,42 т/га;

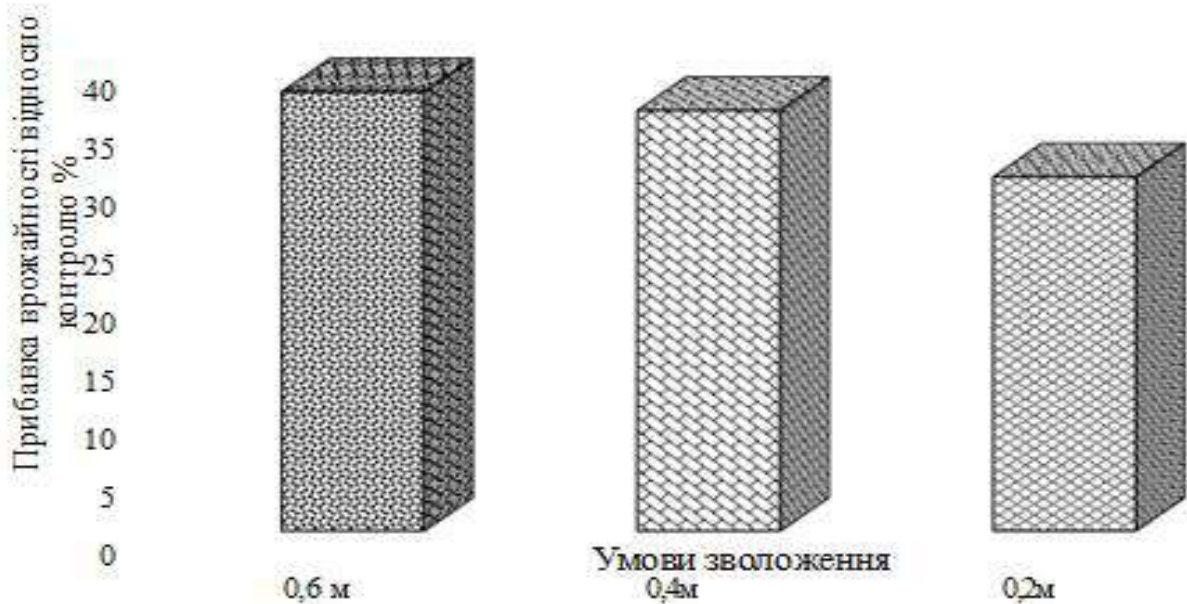
при зволоженні шару 0,4 м на 2,16 т/га або 7,35 % більше, а шару 0,6 м – на 2,91 або 9,90% більше. Отже, збільшення глибини розрахункового шару зволоження з 0,2 до 0,6 метрів дозволило підвищити врожайність у досліді майже на 10%.

Всі використані способи удобрення збільшили урожай від 24,1 до 44,4%. Найменшу надбавку врожайності отримали при внесенні мінеральних добрив  $N_{60}P_{60}K_{60}$  з поливною водою – 7,31 т/га або +30,1% на всіх рівнях зволоження. Середня врожайність при внесенні розрахункових норм добрив (локально та з поливною водою – аміачна селітра та карбамід) на отримання 35 т/га врожаю майже не відрізнялась та становила 32,92 та 32,66 (+35,2 і +34,1% від неудобреного контролю) (рис. 5.3).



**Рис. 5.3. Прибавка врожайності картоплі відносно неудобреного контролю за різних способів внесення добрив незалежно від умов зволоження, % (середнє за 2013-2015 рр.)**

Найбільшу надбавку врожаю за умов зволоження, в середньому по фактору, отримано у 0,6 м шарі (+37,7%). Дещо нижчі показники у 0,4 та 0,2 м шарі зволоження (+36,1 та +30,4%) (рис. 5.4).



**Рис. 5.4. Прибавка врожайності картоплі відносно неудобраного контролю в середньому за способами внесення добрив за різних умов зволоження, % (середнє за 2013-2015 рр.)**

На фоні зволоження шару 0,6 та 0,2 м більшу надбавку отримано при внесенні даної дози добрив локально (+39,1 і 31,2%); а на фоні 0,4 м – з поливною водою – +40,8%.

Найвищий врожай і найбільшу надбавку порівняно з неудобраним контролем отримали у досліді при використанні  $N_{60}P_{60}K_{60}$  локально на фоні зволоження шару 0,6 м – 35,81 т/га (44,4% від неудобраного контролю). На фоні інших умов зволоження даний вид удобрення також забезпечив високі врожаї – 33,94 та 32,20 т/га (38,9 і 35,9%).

У нашому досліді товарність, тобто відсоток бульб масою більше 25 г, в середньому за три роки, становив 93%, тобто був доволі високий. Показники товарності по групам із різним рівнем зволоження майже не відрізнялися – 92,5; 93,6 та 92,8%. Теж саме можна сказати і про вплив способів удобрення: на фоні без добрив товарність – 92,2%, на фоні  $N_{60}P_{60}K_{60}$  локально та з поливною водою – 93,3 та 93,7%; на фоні розрахункової дози добрив – 92,7 та 93,0%. Тобто є незначна перевага у локального способу внесення добрив

перед варіантами без удобрення та з розрахунковою дозою добрив у товарності бульб.

Кількість бульб в куці у досліді варіювала від 5,8 до 6,7 шт. Найбільша кількість бульб, як і найвища товарність, порівняно з іншими шарами зволоження, була на 0,4 м – 6,3 шт. Проте інші рівні зволоження відстали не набагато – середня кількість бульб 6,1 шт.

Найменша кількість бульб на куці (5,9 шт.) була у варіантах з локальним внесенням  $N_{60}P_{60}K_{60}$  на всіх рівнях зволоження. Найбільша – при локальному внесенні  $N_{60}P_{60}K_{60}$  та розрахункової дози добрив – 6,3 шт. Максимальні показники кількості бульб у досліді отримали на фоні шару зволоження 0,4 м та внесення розрахункової дози добрив з поливною водою – 6,7 шт. (табл. 5.6).

Середня товарна бульба у досліді за три роки важила 133 г. На всіх варіантах товарні бульби в середньому були не менше 100 г, навіть на варіантах без удобрення їх вага становила 111 г. Умови зволоження вплинули на середню товарну бульбу у більшій мірі, ніж на кількість бульб. На фоні зволоження шару 0,2 маса товарної бульби становила 126 г, на фоні 0,4 м – 134 г, а на фоні 0,6 м – 140 г (на 11% більше шару 0,2).

Середні показники за способами внесення добрив вказують на перевагу варіанту із внесенням розрахункової дози з поливною водою – 146 г та найбільший приріст порівняно з контролем – 32%. На другому місці ця ж доза добрив при застосуванні локально – 141 г (+27%). Лише на третьому місці знаходиться варіант з локальним внесенням  $N_{60}P_{60}K_{60}$  – 135 г та 22%. І відповідно, найменші бульби серед удобрених варіантів у способу внесення  $N_{60}P_{60}K_{60}$  з поливною водою. Найбільші абсолютні значення – при внесенні розрахункової дози добрив з поливною водою на фоні зволоження шару 0,6 та 0,4 м – майже 160 та 155 г (див. табл. 5.6).

Таблиця 5.6

**Структура врожаю картоплі за різних умов зволоження та способів  
удобрення, 2013-2015 рр.**

Розрахунковий шар ґрунту, м (фактор А)	Спосіб внесення добрив (фактор В)		Урожайність, т/га	Товарність бульб, %	Кількість бульб під кущем, шт.	Маса товарної бульби, г
0,6	без добрив		24,85	92,3	6,0	119,5
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	локально при садінні	35,81	93,0	6,4	139,4
		з поливною водою	32,49	92,9	5,9	134,6
	розрахункова доза на отримання врожаю бульб 35 т/га	локально при садінні	34,49	92,4	6,5	147,6
		з поливною водою	34,02	93,5	5,8	158,7
0,4	без добрив		24,50	93,0	6,4	108,0
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	локально при садінні	33,94	94,1	6,4	137,5
		з поливною водою	31,73	94,0	5,9	129,0
	розрахункова доза на отримання врожаю бульб 35 т/га	локально при садінні	33,20	93,1	6,2	139,1
		з поливною водою	34,53	93,7	6,7	155,4
0,2	без добрив		23,66	91,3	6,0	104,5
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	локально при садінні	32,20	92,7	6,2	128,6
		з поливною водою	30,73	94,2	6,0	135,9
	розрахункова доза на отримання врожаю бульб 35 т/га	локально при садінні	31,07	92,5	6,3	135,3
		з поливною водою	29,43	91,7	5,9	125,2

### 5.3 Основні показники якості бульб картоплі

До основних показників біохімічного складу картоплі, що аналізувались у досліді, відносяться вміст сухої речовини, крохмалю, вітаміну С та нітратів. Існує комплекс факторів, що впливають на ці показники. Основним з них є



сорт, але оскільки в досліді аналізується лише один – Кобза, на вміст сухої речовини та крохмалю впливали умови зволоження, співвідношення основних елементів в добривах та спосіб їх внесення. Також впливали погодні умови в роки досліджень (температурний режим, вологість повітря, опади) та ґрунтові умови дослідних полів.

Бульби картоплі в досліді накопичили близько 23% сухої речовини (табл. 5.7). Умови зволоження вплинули на цей процес наступним чином: на найменшому розрахунковому шарі зволоження сухої речовини в середньому було менше на 0,4 та 0,8%, ніж на фоні 0,4 та 0,6 м. При внесенні розрахункових доз добрив локально та з поливною водою вміст сухої речовини зростав від 1,5 до 2,1% залежно від умов зволоження. Застосування  $N_{60}P_{60}K_{60}$  з поливною водою найменше вплинуло на даний показник, підвищивши його від 1,4 до 1,7% від неудобреного контролю. Та найбільш позитивний вплив спричинило застосування  $N_{60}P_{60}K_{60}$  локально, збільшивши вміст сухої речовини у бульбах картоплі від 3,3 до 3,9% залежно від умов зволоження.

Бульби картоплі, як правило, містять до 25% сухої речовини, з якої 80-85% припадає на крохмаль. Його вміст залежить від багатьох факторів, а саме від стиглості, сорту, часу та навіть від розміру бульби. Такі чинники як способи удобрення та зволоження, якщо вони збільшують загальний урожай та розмір товарної бульби, підвищують, відповідно, і вміст крохмалю.

В середньому за роки досліджень у бульбах на момент біологічної стиглості накопичувалось близько 16,2% крохмалю. Фактор глибини розрахункового шару майже не вплинув на даний показник: 16,0; 16,5 та 16,0% для трьох шарів зволоження. Найменше крохмалю було накопичено в бульбах неудобрених варіантів – 15,4% по фактору. З використаних добрив найменше на крохмалистість вплинула розрахункова доза локально +0,5 відносних відсотка, інші способи внесення добрив суттєвіше збільшили показник – до 0,7 ( $N_{60}P_{60}K_{60}$  з поливною водою); +0,9 відносних відсотка (розрахункова доза з поливною водою). Проте найкраще на крохмалистість

Таблиця 5.7

**Якість бульб картоплі при збиранні за біологічної стиглості залежно від глибини розрахункового шару та способу внесення добрив, (середнє за 2013-2015 рр.)**

Розрахунковий шар ґрунту, м (фактор А)	Спосіб внесення добрив (фактор В)		Суха речовина, %	Крохмаль, %	Вітамін С, мг/кг	Нітрати, мг/кг
0,6	без добрив		22,0	15,4	147	29,2
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	локально при садінні	25,9	17,3	129	59,6
		з поливною водою	23,4	15,5	132	65,1
	розрахункова доза на отримання врожаю бульб 35 т/га	локально при садінні	24,1	15,7	128	52,2
		з поливною водою	24,0	15,9	135	62,0
	0,4	без добрив		21,7	16,1	152
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>		локально при садінні	25,2	17,7	131	59,2
		з поливною водою	23,4	16,4	137	70,7
розрахункова доза на отримання врожаю бульб 35 т/га		локально при садінні	23,2	16,0	131	59,6
		з поливною водою	23,5	16,4	134	68,5
0,2		без добрив		21,4	14,7	159
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	локально при садінні	24,7	16,4	143	49,2
		з поливною водою	23,1	16,3	144	61,1
	розрахункова доза на отримання врожаю бульб 35 т/га	локально при садінні	22,9	16,0	148	58,0
		з поливною водою	23,1	16,7	149	73,4

бульб вплинуло внесення N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> локально, покращивши показник в середньому на 1,7 відсотних відсотка.

Важливим показником якості картоплі є вміст аскорбінової кислоти, оскільки картопля є одним з основних джерел цього вітаміну у щоденному харчуванні людини. Вважається, що при вживанні 200-250 г бульб людина

майже повністю забезпечує себе вітаміном С, калієм та частково іншими вітамінами, мікроелементами та амінокислотами. У нашому досліді при збільшенні врожайності вміст вітаміну С зменшувався, і навпаки.

Отже, найбільша кількість вітаміну зафіксована на фоні без добрив та за меншого розрахункового шару зволоження – 159 мг/кг. Збільшення розрахункового шару зволоження на 0,2 та 0,4 м зменшило вміст вітаміну на 7,8 та 9,7%. В середньому за способами внесення з усіма видами добрив кількість вітаміну С знаходилась на рівні 134-139 мг/кг. Найменша його кількість зафіксована у варіантах з найбільшою врожайністю – розрахункова доза та  $N_{60}P_{60}K_{60}$  локально – 128 та 129 мг/кг. При цьому в цих же варіантах на фоні зволоження шару 0,2 м вміст вітаміну С тримався на рівні 143 та 148 мг/кг.

Картопля відноситься до групи культур, що помірно накопичують нітрати. Тобто при внесенні середніх або невеликих доз добрив збалансованого складу вміст нітратів має бути в рази менше гранично допустимих 120 мг/кг (для дитячого харчування) та 250 для дорослих. Проте ряд факторів, таких як прохолодна, дощова або суха та жарка погода, строки збирання (в ранній картоплі набагато більше нітратів) та навіть завчасне збирання бадилля може суттєво збільшити або зменшити вміст нітратів. Якщо в добривах присутня велика кількість азоту, що не врівноважений калієм та фосфором, вміст нітратів також суттєво зростає.

Оскільки варіанти без добрив отримували найменше азотного живлення, в них, відповідно, накопичилось менше нітратів (29,2-36,0 мг/кг). З удобрених варіантів найбільше накопичили варіанти із розрахунковою дозою добрив з поливною водою – від 62,0 до 73,4 мг/кг (середній показник – 68,0). Внесення з поливною водою  $N_{60}P_{60}K_{60}$  привело до збільшення вмісту нітратів на 32% більше за контроль (65,6 мг/кг). Локальне внесення розрахункової дози та  $N_{60}P_{60}K_{60}$  збільшило концентрацію нітратів на 23% до 56 мг/кг.

Отже, найбільше нітратів накопичується при внесення розрахункової дози добрив з поливною водою на фоні розрахункового шару 0,2 м.

## Висновки до розділу 5:

1. Максимальний врожай у фазу бутонізації формується при внесенні локально мінеральних добрив  $N_{60}P_{60}K_{60}$  та розрахункової дози на фоні зволоження як 0,6 м, так і 0,4 м шару ґрунту – 10,9 та 12,0 т/га і 9,3 та 10,1 т/га, відповідно. У фазу масового цвітіння відмічена перевага внесення мінеральних добрив у дозі  $N_{60}P_{60}K_{60}$  у гребінь, незалежно від умов зволоження (26,5 т/га проти 25,9 при внесенні розрахункової дози добрив).

2. До кінця фази цвітіння картопля накопичила 85% урожаю від фази біологічної стиглості бульб. Максимальна врожайність була сформована при внесенні  $N_{60}P_{60}K_{60}$  локально на фоні зволоження розрахункового шару 0,6 м – 30,2 т/га.

3. При збиранні картоплі за біологічної стиглості бульб збільшення глибини розрахункового шару зволоження з 0,2 до 0,6 м підвищило врожайність у досліді майже на 10%. Всі способи удобрення збільшили урожай від 24,1 до 44,4%.

4. Найвища врожайність і найбільшу прибавка порівняно з неудобреним контролем отримана при використанні  $N_{60}P_{60}K_{60}$  локально на фоні зволоження шару 0,6 м – 35,8 т/га (44,4% від неудобреного контролю. На фоні інших умов зволоження даний спосіб удобрення також забезпечив перевагу – 33,9 та 32,2 т/га (38,9 і 35,9%).

5. Найбільша кількість бульб під кущем сформована при локальному внесенні  $N_{60}P_{60}K_{60}$  та розрахункової дози добрив – 6,3 шт. Найбільшої маси товарна бульба досягла при внесенні розрахункової дози з поливною водою – 146 г та локально – 141 г.

6. Застосування мінеральних добрив локально у дозі  $N_{60}P_{60}K_{60}$ , збільшило вміст сухої речовини у бульбах картоплі на 3,3-3,9%, залежно від умов зволоження та підвищило крохмалистість в середньому на 1,7%.

7. Найбільша кількість вітаміну «С» зафіксована на фоні без внесення добрив при зволоженні 0,2 м шару ґрунту – 159 мг/кг. Кількість накопичених у бульбах нітратів не перевищувала гранично допустимої норми.

За матеріалами досліджень даного розділу опубліковано наукові праці, які розміщені в списку використаних джерел під номерами: [203, 204, 205, 212, 213, 214, 216, 218, 220].

## РОЗДІЛ 6

### ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КАРТОПЛІ ЗА КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ В УМОВАХ ПІВДНЯ УКРАЇНИ

#### 6.1 Економічна оцінка технології вирощування картоплі за краплинного зрошення

При проведенні аналізу економічної ефективності вирощування продовольчої картоплі залежно від основних елементів технології вирощування затрати по окремих прийомах розраховувалися за встановленими нормами витрат коштів та за цінами на 01.12.2017 р.

Для того щоб виявити найкраще поєднання агроприймів у нашому досліді, було розраховано виробничі витрати за допомогою технологічних карт по кожному варіанту [254-255].

Найбільший вплив на об'єм витрат чинив вид внесених добрив. Оскільки найдорожчий з них – «Майстер», то й витрати на вирощування були найбільшими у варіантах із внесенням  $N_{60}P_{60}K_{60}$  з поливною водою; більше за неудобрений контроль на 12,620 тис. грн. (31%), в середньому по фактору (табл. 6.1). Найменші витрати порівняно з іншими видами добрив – у варіантах із внесенням аміачної селітри (розрахункова доза добрив локально) – лише 5,439 тис. грн (13%) додатково порівняно з неудобреним контролем. Витрати у варіантах без добрив відрізнялись не дуже суттєво і в середньому становили 40,784 тис. грн/га. Додаткові витрати на воду у варіантах з шаром зволоження 0,4 та 0,6 м становили 548 та 731 грн порівняно із шаром 0,2 м.

Собівартість продукції – важливий узагальнюючий економічний показник сільськогосподарського виробництва. По собівартості визначається рівень агротехніки: продуктивність праці, організація та технологія вирощування культури, ефективність використання землі й інших засобів виробництва.

Таблиця 6.1

**Економічна ефективність застосування різних способів внесення добрив  
та умов зволоження за краплинного зрошення картоплі (середнє за  
2013-2015 рр.)**

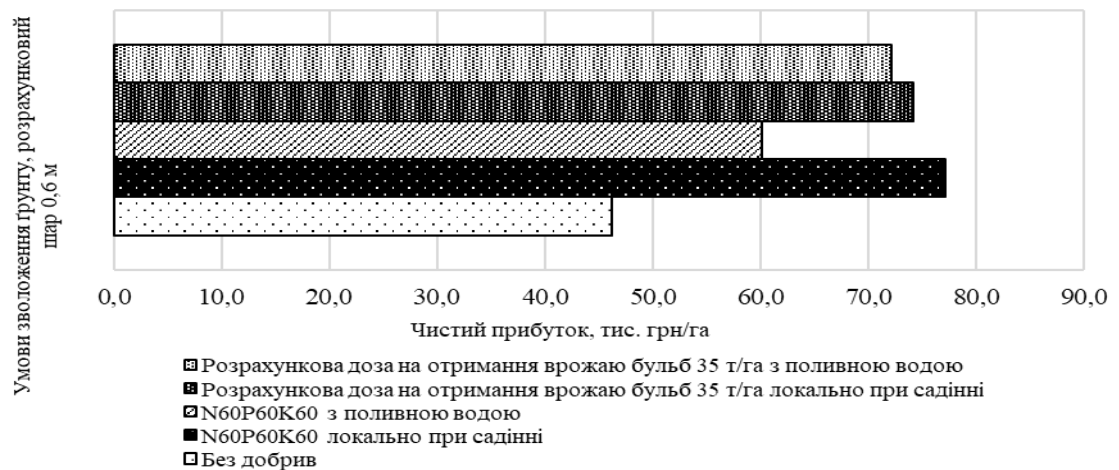
Розрахунковий шар ґрунту, м (фактор А)	Спосіб внесення добрив (фактор В)		Урожайність, т/га	Витрати, тис. грн/га	Собівартість, тис. грн/т	Умовний чистий прибуток, тис. грн/га	Рентабельність, %
0,6	Без добрив		24,9	40,958	1,645	46,192	113
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	локально при садінні	35,8	48,140	1,345	77,160	160
		з поливною водою	32,5	53,641	1,651	60,109	112
	Розрахункова доза на отримання врожаю бульб 35 т/га	локально при садінні	34,5	46,586	1,350	74,164	159
		з поливною водою	34,0	46,897	1,379	72,103	154
0,4	Без добрив		24,5	40,843	1,667	44,907	110
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	локально при садінні	33,9	47,742	1,408	70,908	149
		з поливною водою	31,7	53,451	1,686	57,499	108
	Розрахункова доза на отримання врожаю бульб 35 т/га	локально при садінні	33,3	46,320	1,391	70,230	152
		з поливною водою	34,5	46,952	1,361	73,798	157
0,2	Без добрив		23,7	40,552	1,711	42,398	105
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	локально при садінні	32,2	47,281	1,468	65,419	138
		з поливною водою	30,7	53,122	1,730	54,328	102
	Розрахункова доза на отримання врожаю бульб 35 т/га	локально при садінні	31,1	45,764	1,472	63,085	138
		з поливною водою	29,4	45,849	1,559	57,051	124

Середня собівартість отриманого у досліді матеріалу – 1,522 тис. грн/т.

Як збільшення глибини розрахункового шару, так і внесення добрив різними способами сприяли зниженню собівартості. Виключенням стало застосування N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> з поливною водою, що призвело до несуттєвого, але збільшення собівартості на 15 грн. Так, збільшення розрахункового шару з

0,2 до 0,4 м знизило собівартість картоплі на 85 грн (5,4%), до 0,6 м – на 114 грн (7,2%). Внесення розрахункової дози добрив локально – на 270 грн (16,1%); з поливною водою – на 241 грн (14,4%); внесення  $N_{60}P_{60}K_{60}$  локально у гребені – на 16%.

Головним економічним показником виробництва сільськогосподарської продукції є чистий прибуток, отриманий з одиниці площі. Чим більшим є цей показник, тим швидше будуть повернені вкладені у виробництво продукції кошти. Основним фактором, що впливає на даний показник, є врожайність. А оскільки врожайність у варіантах без добрив та з різними способами удобрення суттєво відрізнялась, то і прибуток також (рис. 6.1).



**Рис. 6.1. Умовний чистий прибуток залежно від способу внесення добрив (розрахунковий шар 0,6 м), тис. грн/га (середнє за 2013-2015 рр.)**

На неудобрених варіантах отримали в середньому 44,5 тис. грн на гектар умовного чистого прибутку. У варіантах із застосуванням  $N_{60}P_{60}K_{60}$  з поливною водою – 57,3 тис. грн (+29%); у варіантах з внесенням розрахункової дози з поливною водою – 67,7 тис. грн (+52%), локально – 69,2 тис. грн (55,4%); при внесенні  $N_{60}P_{60}K_{60}$  локально – 71,2 тис. грн (60%). Прибуток в середньому по умовам зволоження змінювався наступним чином: на фоні зволоження шару 0,2 м – 56,5 тис.; 0,4 м – 63,5 (+12,4%); 0,6 м – 66,0 тис. грн (+16,8%).



Вирощування будь-якої культури раціональне тільки в тому випадку, якщо воно рентабельне, тобто слід отримувати прибуток на такому рівні, який би забезпечував відшкодування усіх витрат на виробництво продукції, а також давав би змогу проводити подальшу інтенсифікацію і розширення виробництва. Тому, окрім собівартості та чистого прибутку, розраховується підсумковий результат усіх економічних розрахунків – рентабельність. Рентабельність усіх варіантів починається від 100%. Середній показник неудобрених варіантів – 109,3% (найменший на фоні зволоження шару 0,2 м). Середня рентабельність у досліді становить – 132,1%. Внесення  $N_{60}P_{60}K_{60}$  з поливною водою зменшило рентабельність від 1 до 3% в залежності від факторів, а отже є нерентабельним. Найбільшу рентабельність отримано на фоні зволоження шару 0,6 м – 160% при внесенні  $N_{60}P_{60}K_{60}$  локально з найменшою собівартістю – 1,345 тис. грн/т. Розрахункової дози локально – 159% з дещо вищою собівартістю – 1,350 тис. грн/т. та з поливною водою у шарі 0,4 м – 157% і собівартістю – 1,361 тис. грн/га. Найбільшу прибавку відносно контролю було отримано при локальному внесенні  $N_{60}P_{60}K_{60}$  за умов зволоження 0,6 м шару та розрахункової дози з поливною водою у 0,4 м шарі – 47%. Дещо нижчі показники отримано за локального внесення розрахункової дози на 46% більше відносно контролю у 0,6 м шарі ґрунту.

## **6.2 Енергетична ефективність технології вирощування картоплі за краплинного зрошення**

Енергетичний аналіз дозволяє розробити і оцінити ефективність ресурсо- і енергозберігаючих технологій у землеробстві і рослинництві; він проводиться для оцінки ефективності використання не тільки добрив, пестицидів, поливної води, але й природних ресурсів – ґрунту, клімату, сонячної радіації, тобто основних факторів родючості [256].

Технології виробництва сільськогосподарської продукції повинні забезпечувати найбільш повне використання природних агроекологічних

ресурсів, зменшити ріст питомих витрат антропогенної енергії на одиницю продовольства та знижувати негативну дію на оточуюче середовище, в тому числі на родючість ґрунту [257].

Отже, проведена енергетична оцінка дозволила порівняти ефективність застосування різних способів внесення добрив та збільшення глибини розрахункового шару зволоження. Важливим показником енергетичної ефективності є прихід енергії з урожаєм, що залежить від рівня урожайності.

В середньому по досліді прихід енергії склав 103,9 ГДж/га. Контрольні варіанти накопичили від 79,2 до 82,9 ГДж/га (табл. 6.2).

При зволоженні шару 0,2 м в середньому прихід енергії був на рівні 98,3 ГДж/га, зволоження шару 0,4 дозволило збільшити показник на 7,3% – до 105,5 ГДж/га. Найефективнішим в розрізі приходу енергії виявився шар 0,6 м – середній показник склав 108,0; для варіантів із внесенням  $N_{60}P_{60}K_{60}$  з поливною водою – 105,7 ГДж/га, що є найменшим для удобрених варіантів та на 30% більше за контроль.

Інші способи, такі як внесення розрахункової дози добрив локально та з поливною водою, дозволили збільшити прихід енергії до 34,1 та 35,3% від неудобреного контролю, в середньому за шарами зволоження. Найбільший прихід енергії спостерігався у варіанті із внесенням  $N_{60}P_{60}K_{60}$  локально 113,5 ГДж/га, що на 39,5% більше контролю. Абсолютним лідером в досліді є варіант із застосуванням  $N_{60}P_{60}K_{60}$  локально на фоні зволоження шару 0,6 м – 119,6 ГДж/га (+44,3% від контролю).

На вирощування врожаю в середньому по досліді затратили 51,4 одиниці енергії. Варіанти без добрив потребували менше енергії – всі на рівні 38 ГДж/га. Застосування добрив в будь-якому вигляді збільшило витрати енергії від 35 до 49%. Найбільш енергоємними виявились варіанти з внесенням розрахункової дози добрив з поливною водою – в середньому 56,9 ГДж/га, що на 47,4% більше за контроль. Витрати енергії на вирощування картоплі у варіантах з внесенням  $N_{60}P_{60}K_{60}$  з поливною водою та розрахункової дози добрив локально в середньому знаходились на одному

рівні та склали 54 ГДж/га. Найменш енерговитратним способом внесення добрив виявилось внесення  $N_{60}P_{60}K_{60}$  локально – 52,7 ГДж/га, що лише на 36,4% більше за неудобрений контроль. Потреби енергії на вирощування картоплі на ділянках з різним розрахунковим шаром зволоження відрізнялися не більше ніж на 2%.

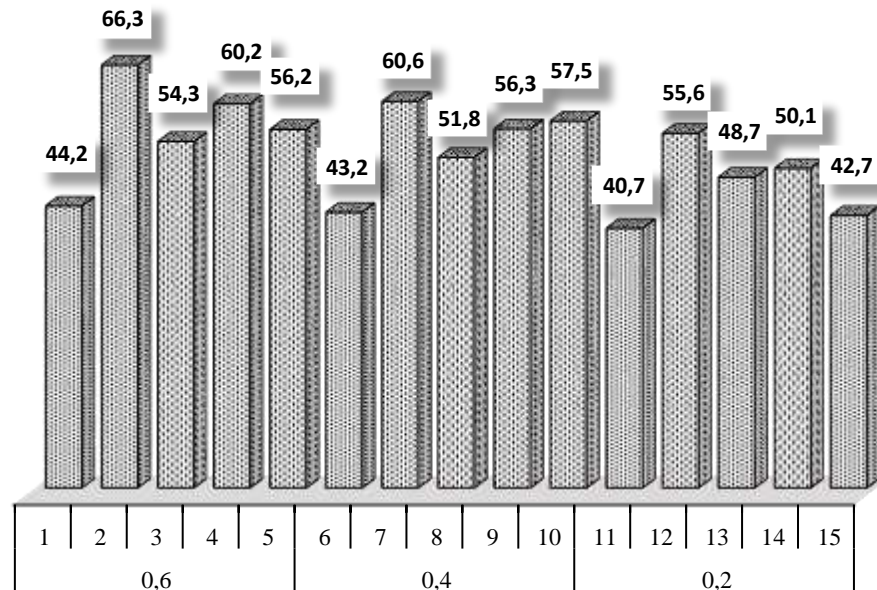
Таблиця 6.2

**Енергетична ефективність застосування різних способів внесення добрив та умов зволоження за краплинного зрошення картоплі (середнє за 2013-2015 рр.)**

Розрахунковий шар ґрунту, м (фактор А)	Спосіб внесення добрив (фактор В)		Прихід енергії з урожаєм, ГДж/га	Витрати енергії на вирощування врожаю, ГДж/га	Приріст енергії, ГДж/га	Коефіцієнт енергетичної ефективності	Енергоємність, ГДж/ц
0,6	Без добрив		82,9	38,7	44,2	2,14	0,16
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	локально при садінні	119,6	53,4	66,3	2,24	0,16
		з поливною водою	108,6	54,3	54,3	2,00	0,17
	Розрахункова доза на отримання врожаю бульб 35 т/га	локально при садінні	115,3	55,1	60,2	2,09	0,16
		з поливною водою	113,6	57,4	56,2	1,98	0,17
0,4	Без добрив		81,9	38,7	43,2	2,11	0,16
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	локально при садінні	113,3	52,7	60,6	2,15	0,16
		з поливною водою	105,9	54,1	51,8	1,96	0,17
	Розрахункова доза на отримання врожаю бульб 35 т/га	локально при садінні	111,0	54,6	56,3	2,03	0,16
		з поливною водою	115,3	57,8	57,5	1,99	0,17
0,2	Без добрив		79,2	38,5	40,7	2,06	0,16
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	локально при садінні	107,6	52,0	55,6	2,07	0,16
		з поливною водою	102,6	53,9	48,7	1,90	0,18
	Розрахункова доза на отримання врожаю бульб 35 т/га	локально при садінні	103,9	53,8	50,1	1,93	0,17
		з поливною водою	98,3	55,6	42,7	1,77	0,19

Приріст енергії є різницею між отриманою з урожаєм енергією та енергією, затраченою на його вирощування. Приріст енергії в контрольних

варіантах знаходився в межах 40,7-44,2 ГДж/га (рис. 6.2.).



**Рис. 6.2. Приріст енергії залежно від розрахункового шару зволоження та способу внесення добрив, 2013-2015 рр., ГДж/га**

**Примітка:** 1, 6, 11 - без добрив; 2, 7, 12 -  $N_{60}P_{60}K_{60}$  локально; 3, 8, 13 -  $N_{60}P_{60}K_{60}$  з поливною водою; 4, 9, 14 - розрахункова доза на отримання врожаю бульб 35 т/га локально; 5, 10, 15 - розрахункова доза на отримання врожаю бульб 35 т/га з поливною водою.

Найменший показник приросту серед удобрених варіантів показали ті, в яких добрива вносились з поливною водою:  $N_{60}P_{60}K_{60}$  – 51,6 ГДж/га (на 20,8% більше контролю) та розрахункова доза добрив – 52,1 ГДж/га (на 22,1% більше). Розрахункова доза добрив, внесена при садінні, дозволила збільшити приріст енергії у цих варіантах до 55,5 ГДж/га. Найбільший приріст енергії продемонстрували варіанти із локальним внесенням  $N_{60}P_{60}K_{60}$  – 60,8 ГДж/га (більше на 42,5% за неудобрений контроль). Вплив на приріст енергії глибини розрахункового шару є більш суттєвим, порівняно з попереднім показником: шар 0,2 м – 47,6 ГДж/га; 0,4 м – 53,9 (на 13,3% більше); 0,6 м – 56,2 (на 18,3% більше показника шару 0,2 м).

Коефіцієнт енергетичної ефективності показує відношення приросту

енергії до витрат. Даний показник менше одиниці свідчить про енергетичну неефективність технології, що застосовується. В нашому досліді всі варіанти виявились в тій чи іншій мірі ефективними, проте крім варіантів із  $N_{60}P_{60}K_{60}$  локально, інші способи внесення добрив мали коефіцієнт менше за контрольний варіант без добрив. Середній показник по досліді становив 2,03, у групах варіантів розрахункових шарів зволоження 0,4 та 0,6 м середні показники більше за 2, тоді як для шару 0,2 м – 1,95, що свідчить про меншу ефективність такого шару зволоження.

Витрати енергії на одиницю вирощеної продукції (ц) виражені в показнику енергоємності. Більшості варіантів притаманна витрата 0,16-0,17 ГДж/ц. Проте на фоні зволоження шару 0,2 м при внесенні добрив з поливною водою показники збільшуються до 0,18 та 0,19 ГДж/ц. Середні по фактору показники для різних способів внесення добрив становили: для роздрібного внесення розрахункової дози добрив з поливною водою – 0,18; для  $N_{60}P_{60}K_{60}$  з поливною водою – 0,17; для варіантів без добрив, розрахункової дози локально та  $N_{60}P_{60}K_{60}$  локально – 0,16. Отже ці два способи не підвищують енергоємність отриманої продукції.

### **Висновки до розділу 6:**

1. Найменшу собівартість отримано за умов зволоження 0,6 м шару ґрунту та локальному внесенні  $N_{60}P_{60}K_{60}$  – 1,345 тис. грн/т продукції.

2. Найбільший умовно чистий прибуток – 77,160 тис. грн/га за роки досліджень сформовано за локального внесення  $N_{60}P_{60}K_{60}$  та 0,6 м шару зволоження.

3. Застосування локального внесення  $N_{60}P_{60}K_{60}$  в середньому по досліді дозволило отримати витрат енергії на вирощування врожаю – 52,70 ГДж/га, що на 14,07 ГДж/га більше від контролю. Застосування розрахункової дози на отримання врожаю бульб 35 т/га з поливною водою – 56,93 ГДж/га, що на 18,30 ГДж/га більше відносно контролю.

4. Найбільший приріст енергії – 66,30 ГДж/га отримано за умов зволоження 0,6 м шару ґрунту та локального внесення  $N_{60}P_{60}K_{60}$ . Локальне внесення  $N_{60}P_{60}K_{60}$  в середньому за способами внесення добрив дало можливість отримати найбільший приріст – 60,83 ГДж/га по фактору. В середньому за умовами зволоження приріст енергії склав у шарі 0,6 м – 56,24; 0,4 м – 53,88; 0,2 м – 47,56 ГДж/га.

За матеріалами досліджень даного розділу опубліковано наукові праці, які розміщені в списку використаних джерел під номерами: [204, 217].

## ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі узагальнені експериментальні дані та запропоновано практичне вирішення наукової задачі оптимізації технологічного процесу вирощування картоплі за краплинного зрошення в умовах півдня України. Результати досліджень дозволили зробити висновки:

1. Сумарне водоспоживання картоплі за вирощування на краплинному зрошенні формувалося на 45,3-58,0% за рахунок поливної води, частка атмосферних опадів склала 37,1-46,1%, ґрунтової вологи – 2,9-14,5%, залежно від метеорологічних умов року та розрахункового шару зволоження. Максимальне сумарне водоспоживання – 3534 м<sup>3</sup>/га забезпечило зволоження 0,6 м шару ґрунту. Локальне внесення мінеральних добрив у дозі N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> в гребінь при садінні за таких же умов вологозабезпечення формувало мінімальний коефіцієнт водоспоживання – 99 м<sup>3</sup>/т.

2. Поживний режим ґрунту формувався значною мірою завдяки вмісту поживних речовин у ґрунті та способу внесення добрив. Локальне внесення розрахункової дози добрив забезпечило максимальний вміст азоту у шарі ґрунту 0-30 см на початку вегетації – 96,8; з поливною водою – у фазу цвітіння (88,5 мг/кг ґрунту). Максимальний вміст рухомого фосфору та обмінного калію відмічений у фазу сходів при внесенні N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> локально (93,0 і 410) та у фазу цвітіння при застосуванні N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> з поливною водою – 88,9 та 400 мг/кг.

3. Польова схожість картоплі у досліді сформувалась на високому рівні – 92,8-97,1%, незалежно від досліджуваних факторів. Кількість стебел на кущ у всіх варіантах була майже однаковою, середня по досліді – 2,4 шт./кущ. Внесення N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> та розрахункової дози добрив локально збільшило даний показник лише на 1,4 %. Максимальний стеблостій – 120,8 та 119,2 тис. шт./га сформовано при застосуванні розрахункової дози добрив локально при садінні та зволоженні 0,6 м шару ґрунту, N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> локально при садінні за умови зволоження 0,4 та 0,2 м шару.

4. Максимальну висоту на кінець фази цвітіння рослини картоплі мали за зволоження 0,6 м шару ґрунту – 69,9-77,3 см, зменшення глибини зволоження спричинило зниження висоти картоплі на 5,3-8,5 см.

5. Максимальна площа листкової поверхні рослин картоплі під час бутонізації та цвітіння формувалась за локального внесення мінеральних добрив у дозі N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> на фоні зволоження шару 0,6 м – 28,2 та 40,2 тис. м<sup>2</sup>/га, відповідно. Приріст площі листя за даного способу внесення був найвищим і становив за цими фазами 89 та 50,5% від неудобреного фону.

6. Найбільше сухої речовини (7,381 т/га) рослини картоплі накопичили у фазу масового цвітіння за зволоження шару 0,6 м та внесенні N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> локально.

7. Продуктивність фотосинтезу досягла свого максимуму (7,7 г/м<sup>2</sup>) у період бутонізація-початок цвітіння. Найвищої продуктивності фотосинтезу та фотосинтетичного потенціалу (4,3 млн м<sup>2</sup> × добу/га), що на 24 та 51,7%

більше від контролю, досягнуто при внесенні  $N_{60}P_{60}K_{60}$  локально та зволоженні 0,6 м розрахункового шару.

8. До кінця фази цвітіння картопля накопичила 85% від кінцевого врожаю. Максимальна врожайність на цей час була сформована за локального внесення мінеральних добрив у дозі  $N_{60}P_{60}K_{60}$  на фоні зволоження розрахункового шару 0,6 м – 30,2 т/га.

9. При збиранні картоплі за біологічної стиглості бульб збільшення глибини розрахункового шару зволоження з 0,2 до 0,6 м підвищило врожайність на 9,9%. Всі способи удобрення збільшили урожайність бульб від 24,1 до 44,4%.

10. Максимальна врожайність отримана при використанні  $N_{60}P_{60}K_{60}$  локально на фоні зволоження шару 0,6 м – 35,81 т/га (44,1% від неудобреного контролю). Найбільша кількість бульб під кущем сформована при локальному внесенні  $N_{60}P_{60}K_{60}$  та розрахункової дози добрив – 6,3 шт. Найбільшої маси товарна бульба досягла при внесенні розрахункової дози з поливною водою – 146 г та локально – 141 г.

11. Застосування мінеральних добрив локально у дозі  $N_{60}P_{60}K_{60}$  збільшило вміст сухої речовини у бульбах картоплі на 3,3-3,9%, залежно від умов зволоження та підвищило крохмалистість в середньому на 1,7%. Кількість накопичених у бульбах нітратів не перевищувала гранично допустимої норми.

12. Максимальну економіко-енергетичну ефективність вирощування картоплі за краплинного зрошення забезпечило локальне внесення мінеральних добрив у дозі  $N_{60}P_{60}K_{60}$  за умови зволоження розрахункового шару ґрунту 0,6 м: рівень рентабельності – 160%, коефіцієнт енергетичної ефективності становив 2,24.

## **РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ**

В умовах зрошення півдня України для отримання 36 т/га картоплі за високої економіко-енергетичної ефективності виробництва рекомендуємо вирощувати культуру за краплинного поливу з підтриманням вологості шару ґрунту 0,6 м за фазами росту й розвитку рослин:

сходи – бутонізація

бутонізація – цвітіння

цвітіння – відмирання бадилля на рівні 80-80-70% НВ та застосовувати локальне внесення при садінні мінеральних добрив у дозі  $N_{60}P_{60}K_{60}$ .

Рекомендований агротехнічний комплекс було впроваджено на площі 5,0 га в господарстві ФОП «Коновальчук» с. М. Каховка, Каховського р-ну,



Херсонської області та 4,0 га в господарстві ФГ «Чернохатове» с. Українка Вітовського р-ну, Миколаївської області. Результати впровадження підтвердили високу ефективність запропонованих елементів технології, додатковий умовний чистий прибуток склав 19,5 та 12,4 тис. грн/га., відповідно.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Саблук, П. Т., & Калієв, Г. А. (2008). *Світове і регіональне виробництво аграрної продукції: Монографія*. Київ: ННЦ ІАЕ.
2. Дубовик, В. І. (2010). Виробництво картоплі у світі. *Вісник СНАУ*, 4 (19), 108-112.
3. Бондарчук, А. А. (2008). Стан та пріоритетні напрямки розвитку галузі картоплярства в Україні. *Картоплярство*, 37, 7-12.
4. Кононученко, В. Н. (2000). Картоплярство України: Стан та проблеми використання. *Пропозиція*, 1, 36-37.
5. Богданов О. І., Осипчук, А. А., & Кравець, О. Ф. (1986). Важливий резерв підвищення врожайності картоплі. *Вісник сільськогосподарської науки*, 6, 21-23.
6. Лорх, А. Г. (1960). *О картофеле*. Москва: СЕЛЬХОЗГИЗ.
7. Теслюк, П. С., & Молоцький, М. Я. (1999). *Практичний порадник картопляра*. Київ: Кий.
8. Корнелюк, Г. Я. (2009). Місцеві сорти картоплі – цінний генофонд практичної селекційної роботи. *Науковий вісник Волинського національного ун-ту ім. Лесі Українки*. 9. 157-166.
9. Бондарчук, А. А., Молоцький, М. Я. & Куценко, В. С. (Ред.). (2007). *Картопля*. (Т. 3). Біла Церква.
10. Черниченко, І. І., Балашова, Г. С., & Черниченко, О. О. (2015). Вплив метеоумов вегетаційного періоду на урожай картоплі на півдні України при зрошенні. *Зрошуване землеробство*. 63, 41-44.

11. Черниченко, І., Балашова, Г., & Черниченко, О. (Ред.). (2013). *Вплив метеорологічних факторів на урожай картоплі та способи пом'якшення їх негативної дії*. Всеукр. наук.-практ. інтернет-конф., адаптація землеробства до змін клімату – шлях підвищення ефективності функціонування сільського господарства. Херсон.
12. Теслюк, П. С. (Ред.). (1992). *Агрометеорологічні ресурси картоплі*. Київ: «Урожай».
13. Пенман, Х. Л. (1966). *Значение погодных условий и воды для роста и развития картофеля*. Москва: Колос.
14. Бондарчук, А. А., & Молоцький, М. Я. (Ред.). (2009). *Картопля* (Т. 4. 1-376). Біла Церква: Енциклопедичний довідник.
15. Антипенко, Н. И., Боева, Т. В., & Гуляева, Г. В. (2005). Влияние солнечной активности на урожайность. *Картофель и овощи*, 7, 22.
16. Бугаєва, І. П., & Сніговий, В. С. (2002). *Вимоги картоплі до умов росту та розвитку*. Херсон.
17. Теслюк, П. С. (1995). Вимоги картоплі до умов вирощування. *Картопля – другий хліб*, 1, 74-81.
18. Власенко, М. Ю. (1995). Удобрення картоплі. *Картопля – другий хліб*, 1, 118-123.
19. Беспятых, М., & Шафран, С. (1983). Эффективность минеральных удобрений под картофель и окультуренность почвы. *Научные труды НИИКХ*, 39, 51-54.
20. Гилос, М. (1981). Взаимодействие растений и удобрений при локальном способе их внесения. *Картофель*, 5, 12.
21. Ильин, В. Ф., Писарев, Б. А., & Сухоиванов, В. А. (1974). *Удобрение картофеля*. Москва: Колос.
22. Чернілевський, М. С., Білявський, Ю. А., Кропивницький, Р. Б., & Ворона, Л. І. (2012). *Агротехнічні вимоги та оцінка якості обробітку ґрунту: навч. посіб.* Житомир: ЖНАЕУ.

23. Бугаєва, І. П., & Балашова, Г. С. (1997). Продуктивність картоплі залежно від технологічних прийомів на півдні України. *Картоплярство*, 27, 128-133.
24. Кучко, А. А., Власенко, М. Ю., & Мицько, В. М. (1998). *Фізіологія та біохімія картоплі*. Київ: Довіра.
25. Кучко, А. А., & Мицько, В. М. (1995). Потенційна продуктивність картоплі і основні фактори її формування. *Картоплярство*. 26, 3-8.
26. Кучко, А. А., Власенко, М. Ю., & Мицько, В. М. (1973). *Фізіологія і біохімія картофеля*. Минск: Наука и техника.
27. Ушкаренко, В. О. (1994). *Зрошуване землеробство: підруч.* Київ: «Урожай».
28. Кононученко, В. В., & Молоцький, М. Я. (Ред.). (2009). *Картопля*. (Т. 1, 1-536). Біла Церква.
29. Кирюхин, В. П., & Кутовенко, Л. Н. (1975). Водный режим и продуктивность картофеля. *Вестник с.-х. наук*, 3, 103-108.
30. Кобелева, Е. (Ред.). (1980). *Влагообеспеченность и урожай картофеля* (Т. 60, 40-42). Пермь: тр. Свердловского СХИ.
31. Писаренко, В. А. (2003). Ефективність зрошення сільськогосподарських культур на півдні України. *Наук. вісн. БГМФ – 1 Еколого-економічні проблеми водогосподарського та будівельного комплексу півдня України*, 1(63), 67.
32. Ahmed, A. A., El-Baky, M. M. H., Abd El-Aal, Faten, S., & Zaki M. F. (2009). Comparative studies of application both mineral and bio-potassium fertilizers on the growth, yield and quality of potato plant (Vol. 5 Issue 6, p. 1061). *Research Journal of Agriculture & Biological Sciences*. Взято з <http://connection.ebscohost.com/c/articles/51533983/comparative-studies-application-both-mineral-bio-potassium-fertilizers-growth-yield-quality-potato-plant>.

33. Ferreira, T., & Carr, M. (2002). Response of potatoes (*Solanum tuberosum* L.) to irrigation and nitrogen in a hot, dry climate: I. Water use. *Field Crops Research*, 7, 51-64.

34. Wellings, L. W. (1973). The effect of irrigation on the yield and quality of maincrop potatoes. *Exper. Husbandry*, 24, 54-69.

35. Банадысев, С. А., Юхневич, М. И., & Лось Г. А. (2001). Особенности современных технологий возделывания картофеля в Республике Беларусь. *Вопросы картофелеводства*, с. 42-49.

36. Абу Обайд, А. (2000). Шляхи підвищення виробництва картоплі в Йорданії. *Картоплярство*, 30, 83-87.

37. Alaa, S. Ati., Ammar, D. I., Salah, M. N. (2012). Water use efficiency of potato (*Solanum tuberosum* L.) under different irrigation methods and potassium fertilizer rates. *Annals of Agricultural Sciences*, 57(2), 99-103.

38. Mahmoud, A. R., Hafez, M. M., & Magda, M. (2010). Increasing productivity of potato plants (*solanum tuberosum* L.) by using potassium fertilizer and humic acid application. *International Journal of Academic Research*, 2(2), 83-88.

39. Radwan, E. A., & El-Shall, Z. S. A. (2011). Effect of potassium fertilization and humic acid application on plant growth and productivity of potato plants under clay soil. *J. Plant Production*, 2(7), 877-890.

40. Jurgents, G. (1974). Entwicklung des Dungemittelverbrauchs in der EG. *Rartoffelbau*, 25, 270-272.

41. Manolov, I., Neshev, N., & Chalova V. (2016). Tuber Quality Parameters of Potato Varieties Depend on Potassium Fertilizer Rate and Source. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 10, 63-66.

42. Potato special - a fertilizer that improves not returns. (1983). *American vegetable grower*. 31, 10-12.

43. Наумов, В. И., Цыварев, Д. Э., & Заикин, Д. В. (1981). *Картофелеводство в США*. Москва: Россельхозиздат.

44. Lapwood, D. H. (1971). Irrigation as a Practical Means to Control Potato Common Scab (*Streptomyces scabies*). 20(4), 157-164.
45. Onder, S., Caliskan M., Onder D., & Caliskan S. (2005). Different irrigation methods and water stress effects on potato yield and yield components. *Agricultural and Water Management*, 73, 73–86.
46. Panigrahi B., Panda S., & Raghuwanshi N. (2001). Potato water use and yield under furrow irrigation. *Irrigation Science*, 20(4), 155–163. Retrieved from <http://link.springer.com/article/10.1007/s002710100042>.
47. Wolf, D. (1983). Growth and yield response of two potato cultivars to various levels of applied water. *Irrigat. So.* 3(4), 211-222.
48. Григоров, М. С., Жидков, В. М., & Захаров В. В. (2011). Ресурсосберегающий режим капельного орошения при выращивании картофеля. *Аграрная наука : научно-производственный журнал*, 5, 20-22.
49. Elbakidze, L., Fa'anunu, B., Mamula, A., & Taylor. R. G. (2017). Evaluating economic efficiency of a water buyback program: The Klamath irrigation project. *Resource and Energy Economics*. 48, 68-82.
50. Nikouei, A., Zibaei, M., & Ward, F. A. (2012). Incentives to adopt irrigation water saving measures for wetlands preservation: An integrated basin scale analysis. *Journal of Hydrology*, (464-465), 216-232.
51. Mashnik, D., Jacobus, H., Barghouth, A., & Wang et al, E. J. (2017). Increasing productivity through irrigation: Problems and solutions implemented in Africa and Asia. *Sustainable Energy Technologies and Assessment*, 22, 220-227.
52. Ati, A. S., Shihab, R. M., Aziz, S. A., & Ahmed, F. H. (2010). Production and water use of potato under regulated deficit irrigation treatments. *Annals of Agricultural Science*, 55(1), 123-128.
53. Halitligi, M. B., Onaran, H., Munsuz, N., & Kislal et al, H. (2003). Drip Irrigation And Fertigation Of Potato Under Light-Textured Soils Of Cappadocia Region. *Environmental Protection Against Radioactive Pollution*. 33, 219-224.

54. Kang, Y., Wang, F., & Liu et al, H. (2004). Potato evapotranspiration and yield under different drip irrigation regimes. *Irrigation Science*, 23(3), 133-143.
55. Kashyap, P. S., & Panda, R. K. (2003). Effect of irrigation scheduling on potato crop parameters under water stressed conditions. *Agricultural Water Management*, 59(1-2), 49-66.
56. Shahnazaria, A., Fulai, L., Mathias, N., & Jacobsena et al, Sven-Erik. (2007). Effects of partial root-zone drying on yield, tuber size and water use efficiency in potato under field conditions. *Field Crops Research*, 100(1), 117-124.
57. Varghese, S. K., Veetil, P. C., Speelman, S., & Buysse et al, J. (2013). Estimating the causal effect of water scarcity on the groundwater use efficiency of rice farming in South India. *Ecological Economics*, 86, 55-64.
58. Балябо, С. А., & Вишневіська О. В. (2012). Вплив систематичного удобрення легкого дерново-підзолистого ґрунту на вміст гумусу, інших елементів родючості на урожай та якість бульб картоплі. *Картоплярство України*, 1-2, 47-51. Взято з [http://nbuv.gov.ua/UJRN/kartu\\_2012\\_1-2\\_11](http://nbuv.gov.ua/UJRN/kartu_2012_1-2_11).
59. Тимчишин, І. М. (2010). Вплив добрив і сівозмін на вологозабезпеченість і врожайність картоплі. *Агроном : науково-виробничий журнал*, 4, 116-117.
60. Гриник, І. В., Бакун, Ю. О., Бакун, О. І., & Єгоров, О. В. (2003). Вплив систем удобрення та засобів захисту рослин на врожай і якість картоплі у Чернігівському Поліссі. *Картоплярство: міжв. тем. наук. зб.*, 32, 55-61.
61. Гриднев, Н., & Резниченко, В. (1982). Урожай и качество картофеля при возрастающих дозах минеральных удобрений и различной густоте посадки. *Научные труды НИИКХ*, 39:123.
62. Власенко, М. Ю., & Руденко, Г. С. (1983). Реакція сортів картоплі на різні норми мінеральних добрив. *Картоплярство: міжв. тем. наук. зб.* 14, 42-44.

63. Поліщук, І., & Дячук, В. (2013). Вплив норм садіння та удобрення на урожайні та якісні показники сортів картоплі в умовах Правобережного Лісостепу України. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Сер : Агрономія*, 17(2), 49-57. Взято з [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vlnau\\_act\\_2013\\_17\(2\)\\_\\_12](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vlnau_act_2013_17(2)__12).

64. Ворона, Л. І., Місечко, Е. М., Прокопчук, Н. Т., Чупира, Л. В., Петрук, М. М., & Прокопчук С. В. (1991). Залежність урожайності картоплі і якості бульб від способів обробітку ґрунту та внесення добрив. *Картоплярство*, 22, 31-34.

65. Гамаюнова, В. В., & Іскакова, О. Ш. (2014). Урожайність сортів картоплі залежно від мінерального живлення та рістрегулюючих речовин за вирощування на краплинному зрошенні в умовах півдня України. *Вісник Уманського національного університету садівництва*, 2, 23-27. Взято з [http://nbuv.gov.ua/UJRN/vumnc\\_2014\\_2\\_8](http://nbuv.gov.ua/UJRN/vumnc_2014_2_8).

66. Андрианов, А. Д., & Андрианов, Д. А. (2008). Капельный полив и удобрение раннего картофеля повышает урожай и его качество. *Картофель и овощи*, 6, 16.

67. Дьяченко, В., & Ковальчук, В. (2013). Прогрессивная технология производства картофеля: применение капельного орошения и фертигации. *Овощеводство : украинский журнал для профессионалов*, 4, 20-24.

68. Макаручук, И. Н. (1991). *Влияние разных доз и форм азотных и фосфорных удобрений на урожай и качество картофеля в условиях орошения на юге Украины* (автореф. дис. канд. с.-х. наук.). Херсонский государственный аграрный университет, Херсон.

69. Мелихов, В. В., & Новиков, А. А. (2011). Эффективность удобрения раннего картофеля при капельном орошении. *Плодородие : журнал для ученых, специалистов и практиков*, 5, 25-27.

70. Муравйов, В. О., Вітанов, О. Д., Мельник, О. В., & Семибратська, Т. В. (2010). Продуктивність насінневої картоплі в умовах Східного Лісостепу України залежно від способів зрошення та удобрення.

*Овочівництво і баштанництво*, 56, 298-305. Взято з [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Oib\\_2010\\_56\\_45](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Oib_2010_56_45).

71. Попов, Б. А., (1972). Влияние возрастающего уровня минерального питания на формирование урожая картофеля в зависимости от водообеспечения почвы. *Тр. НИИКХ*, 13, 31-35.

72. Пучков, Б. С. (1972). Влияние удобрения и полива на урожай и качество клубней картофеля. *Научн. тр. Северо-Западного НИИСХ*, 21, 208-217.

73. Гиль, Л. С., Дьяченко, В. И., Пашковский, А. И., & Сулима, Л. Т. (2012). *Современное промышленное производство овощей и картофеля с использованием систем капельного орошения: обращение совр. передового опыта использования капельного орошения с фертигацией компанией "АИК – междунар. с.- х. проекты" в странах СНГ: учеб. пособ.* Житомир: Рута.

74. Сухоиванов, В. А., & Бреев, В. (1971). Удобрение и орошение картофеля в Среднем Поволжье. *Картофель и овощи*, 11, 11-12.

75. Андриюшко, А. Ю., & Сологуб, Ю. (2004). Загальні аспекти сучасних технологій вирощування картоплі. *Агроном*, с. 10-12.

76. Андрианов, А. Д. (2005). Предшественники и удобрение раннего картофеля. *Картофель и овощи*, 1, 12.

77. Котвицький, Б. Б. (2013). Системи удобрення картоплі в західному Поліссі України. *Картоплярство України: науково - виробничий журнал*. 1/2, 51-58.

78. Вишневська, О. А. (2013). Продуктивність сортів картоплі залежно від комбінованої системи удобрення в умовах Полісся. *Вісник аграрної науки*. 10, 17-19. Взято з [http://nbuv.gov.ua/UJRN/vaan\\_2013\\_10\\_5](http://nbuv.gov.ua/UJRN/vaan_2013_10_5).

79. Захарова, О. П. (2005). *Современные технологии минерального питания*. Краснодар.

80. Кризьська, М. А. & Потапенко, Л. В. (2014). Агрохімічна, агроекологічна та економічна оцінки різних систем удобрення при



вирощуванні картоплі. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*, 21, 33-39. Взято з [http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpicb\\_2014\\_21\\_6](http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpicb_2014_21_6).

81. Лекомцева, Е. В., Иванова, Т. Е., & Иванов, И. Л. (2015). Удобрение картофеля. *Картофель и овощи : научно-производственный ежемесячный журнал*, 4, 34-35.

82. Лекомцева, Е. В., Иванова, Т. Е., & Иванов И. Л. (2015). Удобрение картофеля. *Картофель и овощи : научно-производственный ежемесячный журнал*, 4, 34-35.

83. Руденко, Г. С. & Ткачук, І. А. (1984). *Система удобрення картоплі*. Київ: Урожай.

84. Кармазіна, Л. Є., Петренко, А. М., Скринько, А. Ю., Колосніченко, О. І., Купріянова, Т. М., Войцешина, Н. І., & Вишнеvsька О. А. (2013). Елементи агротехніки вирощування нових сортів картоплі при сидерально-мінеральній системі удобрення. *Картоплярство України*, 1-2, 38-43. Взято з [http://nbuv.gov.ua/UJRN/kartu\\_2013\\_1-2\\_9](http://nbuv.gov.ua/UJRN/kartu_2013_1-2_9).

85. Котвицький, Б. Б. (2013). Системи удобрення картоплі в Західному Поліссі України. *Картоплярство України*, 1-2, 51-58. Взято з [http://nbuv.gov.ua/UJRN/kartu\\_2013\\_1-2\\_12](http://nbuv.gov.ua/UJRN/kartu_2013_1-2_12).

86. Нікончук, Н. В. (2014). Урожайність та якість картоплі ранньої залежно від систем удобрення в умовах південного Степу України. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія : Агрономія і біологія, 3, 158-160. Взято з [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vsna\\_agro\\_2014\\_3\\_41](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vsna_agro_2014_3_41).

87. Писарев, Б. А. (1978). Как правильно применять удобрения. *Картофель и овощи*, 3, 11-13.

88. Потапенко, Л. В. (2013). Ефективність різних систем удобрення картоплі. *Чернігівщина аграрна: науково-популярний журнал*. 21, 24-26.

89. Кононенко, С. Г. (1969). Вміст загального та білкового азоту в рослинах картоплі залежно від умов вирощування. *Картопля, овочеві та багаторічні культури*, 6, 79-83.
90. Гамаюнова, В. В. & Филипьев И. Д. (1997). Определение доз удобрений под ельскохозяйственные культуры в условиях орошения. *Вісник аграрної науки*, 5, 15-20.
91. Филипьев, И. Д. Шктибтиенко, А. П., & Криштопа, П. А. (1980). К методике расчета доз минеральных удобрений под планируемый урожай. *Зрошуване землеробство: міжв. тем. наук. зб.*, 6-10.
92. Rosen, C. J., & Bierman P. M. (2017). *Potato fertilization on irrigated soils*. University of Minnesota. Взято з <http://www.extension.umn.edu/agriculture/nutrient-management/nutrient-lime-guidelines/potato-fertilization-on-irrigated-soils/>
93. Ефремов, Е. (1983). Влияние возрастающих доз минерального удобрения и навоза на урожай картофеля и его качество. *Сб.н.тр. Казахстанского НИИ почвоведения и химизации сельского хозяйства*, 14.
94. Бугаєва, І. П., & Сніговий, В. С. (2002). *Культура картоплі на півдні України*. Херсон.
95. Севастьянова, В. В., & Гончаренко, В. Ю. (1975). Ефективність застосування мінеральних добрив під картоплю при зрошенні в лівобережному Лісостепу України. *Картоплярство: міжв. тем. наук. зб.*, 6, 67-71.
96. Кучко, А. А., Куценко, В. С., & Осипчук. А. А. (1991). *Довідник картопляра*. Київ: Урожай.
97. Хохлов, В. И., & Хватов, А. Д. (1972). *Влияние удобрений на вынос питательных веществ и урожайность раннего картофеля*. Новое в картофелеводстве и овощеводстве Казахстана. Алма-Ата.
98. Allison, M. F., Fowler, J. H., & Allen, E. J. (2001). Responses of potato (*Solanum tuberosum* L.) to potassium fertilizers. *The Journal of Agricultural Science*, 136(4), 407-426.

99. Лук'яненко, А. І., & Шемавн'юв, В. І. (1976). Урожай та якість ранньої картоплі залежно від форм добрив на зрошуваних землях. *Картоплярство: міжв. тем. наук. Зб.*, 7, 63-65

100. Мезенцев, В. А. (1965). *Химическая индустрия и экономика*. Москва: «Знание».

101. Rens, L., Zotarelli, L., Alva, A., & Rowland et al, D. (2016). Fertilizer nitrogen uptake efficiencies for potato as influenced by application timing. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 104(2), 175-185.

102. Gao, X., Parsonage, S., Tenuta, M., & Baron, K. (2017). Nitrogen Fertilizer Management Practices to Reduce N<sub>2</sub>O Emissions from Irrigated Processing Potato in Manitoba. *American Journal of Potato Research*, 94(4), 390-402.

103. Rens, L., Zotarelli, L., Cantliffe, D., & Stoffella et al, P. (2016). Commercial Evaluation of Seasonal Distribution of Nitrogen Fertilizer for Potato. *Potato Research*, 59(1), 1-20.

104. Rosen, C. J. Kelling, K. A., Stark, J. C., & Porter, G. A. (2014). Optimizing Phosphorus Fertilizer Management in Potato Production. *American Journal of Potato Research*, 91(2), 145-160.

105. Scholberg Johannes, M. S., Zotarelli, L., Dukes, M. D., & Ozoires-Hampton, M. (2013). Enhancing Fertilizer Efficiency in High Input Cropping Systems in Florida. *Sustainable Agriculture Reviews*, 2, 143-174.

106. Чухина, О. В., & Жуков Ю. П. (2012). Продуктивность картофеля при минимальной и расчетных дозах удобрений в Вологодской области. *Плодородие : журнал для ученых, специалистов и практиков*, 5, 11-13.

107. Сиденко, В. (1974). Влияние уровней минерального питания и влагообеспеченности почвы на урожай и крахмалистость картофеля. *Плодородие почвы и урожай*, 200-208, 75-590.

108. Бикін, А. В., & Кіщак В. М. (2010). Вплив добрив на показники фотосинтетичної діяльності посівів картоплі столової для насінневих цілей. *Наукові доповіді НУБіП*, 1(17), 17-25.
109. Mehouchi, T. & Lemeur, R. (1993). Effect of nutritional stress on photosynthesis rate of potato (*Solanum tuberosum* L.). *Optimization of Plant Nutrition*, 541-546.
110. Григорян, А., & Габриелян, А. (1980). Влияние режима орошения и фона удобрений на некоторые физиологические процессы развития картофеля. *Технология возделывания, селекция и семеноводство полевых культур*, 10-15.
111. Києнко, З. Б. (2003). Залежність росту насаджень, площі листків, та врожайності різних сортів картоплі від рівня мінерального живлення рослин і стимулятора росту. *Картоплярство: міжв. наук. тем. зб*, 32, 99-107.
112. Пархуць, І. (2014). Вплив рівня мінерального удобрення на урожайність та якість картоплі на темно-сірих опідзолених ґрунтах Володимир-Волинського району волинської області. *Вісник Львівського національного аграрного університету*, 18, 109-112. Взято з [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vlnau\\_act\\_2014\\_18\\_22](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vlnau_act_2014_18_22).
113. Петренко, А. М. (2014). Вплив удобрення за різних норм і способів унесення на врожайність бульб картоплі. *Вісник аграрної науки*, 2, 72-74. Взято з [http://nbuv.gov.ua/UJRN/vaan\\_2014\\_2\\_19](http://nbuv.gov.ua/UJRN/vaan_2014_2_19).
114. Ярошко, М. (2012). Вплив добрив на якість та врожай картоплі. *Вироб. Журн*, 4, 104-106.
115. Андрієнко, Т. М., Плотницька, О. В., Вишневський, В. А., Андрієнко, І. І., & Тимко, М. Г. (2000). Урожай та якість картоплі залежно від удобрення в сівозмінах на глинисто-піщаних ґрунтах Полісся. *Картоплярство*, 30, 87-93.
116. Горкуценко, О. В., Губар, М. І., & Губар, Н. О. (2009). Продуктивність ранньостиглих сортів картоплі при зрошенні на різних

фонах удобрення у Північному Лісостепу України. *Овочівництво і баштанництво*, 55, 222-228. Взято з [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Oib\\_2009\\_55\\_33](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Oib_2009_55_33).

117. Данилюк, В., Вислободська, М., & Сало, Г. (2014). Продуктивність картоплі залежно від удобрення. *Вісник Львівського національного аграрного університету*, 18, 174-177. Взято з [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vlnau\\_act\\_2014\\_18\\_34](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vlnau_act_2014_18_34).

118. Кармазіна, Л. Є., Войцешина, Н. І., & Клокун, Т. А., Бондарчук, А. А. (Ред). (2010). Підвищення урожайності бульб картоплі при застосуванні різних видів, норм та способів внесення мінеральних добрив. *Картоплярство: міжвід. темат. наук. зб.*, 39, 171-181.

119. Перчиць, А. І. (2006). *Продуктивність та якість продовольчої картоплі залежно від способів внесення мінеральних добрив в умовах зрошення півдня України*. (Автореф. дис. канд. с.-г. наук: 06.01.09). Херсонський держ. аграрний ун-т Міністерства аграрної політики України, Херсон.

120. Плотницька, О. В. (2002). *Урожай та якість картоплі при систематичному застосуванні добрив на дерново-слабокідзолістому ґрунті Полісся України*. (Автореф. дис. канд. с.-г. наук: спец. 06.01.04 – агрохімія). Київ.

121. Проць, Р. Р. (2001). *Урожайність і якість картоплі залежно від норм, видів добрив та глибини їх заробки в умовах західного Лісостепу України*. (Автореф. дис. канд. с.-г. наук: 06.01.09). Ін-т рослинництва ім. В. Я. Юр'єва УААН, Херсон.

122. Балябо, С. А., Шевченко, Л. А., & Вишневський, В. В. (1991). Вплив добрив на врожайність картоплі та накопичення нітратного азоту в бульбах. *Картоплярство: Зб. наук. праць*, 22, 37-40.

123. Шевченко, Л. А., & Сидорчук, В. І. (1975). Вплив добрив на врожай та якість картоплі та стійкість її проти хвороб. *Картоплярство: міжв. Тем. наук. зб.*, 6, 55-58.

124. Пансин, В. (1981). Влияние высоких доз минеральных удобрений на уровень накопления нитратов в картофеле. Пансин, В. (Ред.), *Токсический и радиологический контроль состояния почв и растений в процессе химизации сельского хозяйства*. (с. 107-113). Москва.

125. Онищенко, О. Й. (1969). Из історії теорій виродження картоплі. Онищенко, О. Й. (Ред.), *Вірусні хвороби картоплі*. (с. 6-12). Київ.

126. Гриднев, Н., (1983). Активность корневой системы картофеля в зависимости от условий питания при орошении. *Научные труды НИИКХ*, 39, 110-117.

127. Абдурагімова, Т. В. (2011). Вплив попередників та різних систем удобрення на урожайність картоплі в короткоротаційних сівозмінах Полісся України. *Картоплярство*, 40, 176-184. Взято з [http://nbuv.gov.ua/UJRN/karto\\_2011\\_40\\_20](http://nbuv.gov.ua/UJRN/karto_2011_40_20).

128. Вишневецька, О. В. (2011). Продуктивність картоплі та родючість легкого дерново-підзолистого ґрунту при застосуванні різних рівнів удобрення. *Картоплярство*, 40, 184-192. Взято з [http://nbuv.gov.ua/UJRN/karto\\_2011\\_40\\_21](http://nbuv.gov.ua/UJRN/karto_2011_40_21).

129. Коршунов, А., (1982). Повышение эффективности удобрений под картофель. *Науч. тр. НИИКХ*, 39, 3-24.

130. Котиков, М. В., Богомаз, М. А., & Ториков, В. Е. (2011). Урожайность сортов картофеля при применении водорастворимых удобрений террафлекс. *Проблемы агрохимии и экологии : научно-теоретический журнал*, 2, 58-60.

131. Шарапа, М. Г., Кармазіна, & Л. В., Клокун, Т. А. (2010). Оптимізація мінерального живлення під час вирощування нових сортів картоплі в зоні Полісся. *Картоплярство : міжвід. темат. наук. зб*, 39, 182-192.

132. Власенко, М. Ю. (Ред.). (2002). *Картопля: Морфологія, фізіологія та біохімія картоплі* (Т.1). (с. 54-84.). Біла Церква.

133. Вельяминов-Зернов, В. М. (1975). Про залежність мінерального живлення та врожайності картоплі від деяких метеорологічних умов. *Картоплярство: міжв. тем. наук. зб*, 6, 71-76.
134. Абрашина, О. Г., & Ахтирченко, А. А. (1971). Вирощування ранньої на насіннєвої картоплі за умов зрошення на півдні України. *Високі врожаї картоплі на великих площах: зб. наук. праць*, 91-95.
135. Балашова, Г. С., & Черниченко, М. І. (2012). Фотосинтетична діяльність рослин картоплі за різних режимів зрошення в умовах південного Степу України. *Зрошуване землеробство*, 57, 93-100. Взято з [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Zz\\_2012\\_57\\_16](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Zz_2012_57_16).
136. Литвиненко, О. В. (2010). Особливості росту та розвитку рослин картоплі сорту Кобза в умовах зрошення та півдні України та їх зв'язок з економічними показниками. *Зрошуване землеробство: міжв. тем. наук. зб*, 53, 52-62.
137. Плотнікова, Т. А. (2008). Ріст, розвиток та фотосинтетична діяльність рослин картоплі в двоврожайній культурі при краплинному зрошенні в умовах півдня України. *Водне господарство України*, 3, 51-55.
138. Плотнікова, Т. А. (2008). Енергетична ефективність вирощування картоплі весняного та літнього садіння при крапельному зрошенні в умовах півдня України. *Таврійський науковий вісник: Зб. наук. праць*, 141-146.
139. Ін-т зрошуваного землеробства "НААН, Ін-т картоплярства". (2012). *Сорти картоплі в умовах зрошення південного степу України: науково-практичні рекомендації*. Київ: ТОВ «КВІЦ».
140. Теслюк, П., Сорока, В., Верменко, Ю., & Пашковська, Ю. (2002). *Сорти картоплі та пошкодження бульб: каталог*. Київ.
141. Шестаков, Н. И. (2012). Вносите удобрения под картофель локально при нарезке гребней фрезерным культиватором. *Картофель и овощи: научно-производственный ежемесячный журнал*, 8, 6-7.

142. Каліцький, П. Ф., Руденко, Г. С., & Столярчук, Л. В. (1995). Продуктивність різних способів картоплі та якість бульб залежно від норм і способів внесення мінеральних добрив. *Картоплярство: міжв. наук. тем. зб*, 26, 82-87.
143. Гупало, П. И., & Потапов Н. Г. (Ред.). (1971). *Физиология сельскохозяйственных растений (в 12 томах): Рост и развитие картофельного растения в связи с условиями среды* (Т. 12). Москва: Изд-во МГУ.
144. Анищенко, П., & Роменская, Н. (1971). Картофель при орошении. *Картофель и овощи*, 7, 9-10.
145. Бузовер, С. Я. (1966). *Водный режим картофеля*. Київ: Урожай.
146. Кирюхин, В., & Кутовенко, Л. (1970). Влажность почвы и урожай картофеля. *Картофель и овощи*, 11, 11-12.
147. Куванова, Т. В. (1958). *Картофель: Особенности выращивания картофеля при орошении*. Москва: Агропромиздат.
148. Мацко, П. В. (1984). *Водопотребление, режим орошения и техника полива картофеля в южной степи УССР*. (Автореф. дисс. канд. с.-х. наук.). Херсон.
149. Писаренко, В. А. (1989). *Водопотребление и режим орошения: справочник по орошаемому земледелию*. Київ: Урожай.
150. Филиппов, Л. А. (1982). *Водный режим растений и диагностика полива*. Новосибирск: Наука.
151. Всерос. НИИ инф техн.- экон. исслед. АПК. (1992). *Эффективность орошения картофеля: Зар. опыт: Инф-й материал*. Москва.
152. Інститут зрошуваного землеробства НААН. (1997). *Водозберігаючі режими зрошення с.-г. культур*. Херсон.
153. Alva, A. K., Moore, A. D., & Collins, H. P. (2012). Impact of Deficit Irrigation on Tuber Yield and Quality of Potato Cultivars. *Journal of Crop Improvement*, 26(2), 211-227.



154. Балашев, Н. Н. (1976). *Выращивание картофеля и овощей в условиях орошения: монография*. Москва: Колос.
155. Ванеян, С. С., & Вишнякова, А. Ф. (2001). Орошение овощных культур. *Картофель и овощи*, 3, 29-30.
156. Куванова, Т. В., (1958). *Культура картофеля в условиях орошения*. Симферополь: Крымиздат.
157. Ілляшенко, А. П., Зазерявська, & В. Г., Каплієнко, Г. В. (1968). Вивчення режиму зрошення картоплі в Лісостепу. *Картопля, овочеві та багаторічні культури*, 6, 3-8.
158. Вожегова, Р. А., Лавриненко, Ю. О., Балашова, Г. С., Черниченко, І. І., Черниченко, О. О., & Котова О.І. (2014). *Наукова діяльність лабораторії біотехнології картоплі*. Херсон: Гринь Д. С.
159. Бобрышев, Ф. И., & Чмулев, В. М. (1974). *Картофель на Ставрополье: монография*. Ставрополь: Ставропольское книжное издательство.
160. Бугаєва, І. П., & Балашова, Г. С. (1992). Продуктивність картоплі залежно від режимів зрошення, типу живлення та способів основної підготовки ґрунту в умовах півдня України. *Зрошуване землеробство*, 37, 55-59
161. Бугаєва, І. П., & Балашова, Г. С. (1997). Продуктивність картоплі залежно від технологічних прийомів на півдні України. *Картоплярство*, 27, 128-133.
162. Писаренко, В. А. (1985). *Регулирование фитоклимата посевов в условиях орошения на юге Украины*, Тезисы докл. Всесоюз. Школы мол. Ученых и специалистов «Актуальные проблемы повышения эффективности использования орошаемых земель». Москва.
163. Фесенко, Г. П., & Козловський, Г. І. (1997). *Насінництво картоплі на півдні України: Інтеграція науки за виробництвом – головний шлях збільшення збору сільськогосподарської продукції, зниження витрат на її виробництво*. Миколаїв.

164. Бойко, М. С. (1976). *Двоврожайна культура картоплі на зрошенні: монографія*. Одеса: Маяк.

165. Балашова, Г. С. (2010). Проблеми насінництва картоплі на півдні України в умовах зрошення. *Зрошуване землеробство*, 54, 187-190.

166. Семенченко, О. (2013). Продуктивність картоплі у двоврожайній культурі та повторних овочевих рослин літніх строків сівби на зрошенні дощуванням в умовах Північного Степу України. *Вісник Львівського національного аграрного університету*, 17(2), 110-115. Взято з [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vlnau\\_act\\_2013\\_17\(2\)\\_\\_23](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vlnau_act_2013_17(2)__23).

167. Семенченко, О. Л. (2011). Вивчення сортів картоплі ранньої при вирощуванні на краплинному зрошенні в умовах Північного Степу. *Овочівництво і багтанництво*, 57, 146-150. Взято з [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Oib\\_2011\\_57\\_25](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Oib_2011_57_25).

168. Семенченко, О. Л. (2013). Продуктивність картоплі ранньостиглої у двоврожайній культурі в умовах північного Степу України на зрошенні дощуванням. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*, 183(1), 202-207. Взято з [http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnau\\_agr\\_2013\\_183\(1\)\\_\\_41](http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnau_agr_2013_183(1)__41).

169. Черниченко, М. І. (2010). Біометричні параметри та динаміка накопичення врожаю картоплі з мінібульб при різних способах зрошення. *Зрошуване землеробство*, 54, 183-187. Взято з [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Zz\\_2010\\_54\\_31](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Zz_2010_54_31).

170. Скачков, И., & Бондарева, Т. (1971). Влияние орошения на урожай и качество картофеля в условиях юго-востока Воронежской области. *Тр. НИИКХ Центрально-Черноземной полосы*, 1, 78-84.

171. Бондарева, Т. В. (1973). Влияние орошения на интенсивность формирования клубней и ботвы картофеля. *Сб. научн. Работ НИИСХ Центрально-черноземной полосы*, 10, 138-145.

172. Бондарева, Т. В. (1973). Поливной режим и водопотребление картофеля в условиях юго-востока Центрально-Черноземной полосы. *Тр. НИИСХ Центрально-Черноземной полосы*, 10, 138-145.
173. Лысенко, Ю. Н. (1987). *Урожайность, сохранность и семенная продуктивность картофеля в зависимости от орошения и сочетания доз минеральных удобрений в условиях Среднего Поволжья*. (Автореферат дис. на соиск. уч. ст. канд. с.-х. наук). Москва.
174. Михайлов, В. М. (1973). Ранняя картопля при зрошенні в Криму. *Картоплярство*, 4, 90-92.
175. Харченко, Г. С. (2000). *Удосконалення технології вирощування продовольчої картоплі в умовах зрошення на Півдні України*. (Автореф. дис. канд. с.-г. наук: 06.01.02). Ін-т землер. півд. Регіону, Херсон.
176. Басюк, І. А. (1972). Деякі агротехнічні прийоми, що підвищують врожай та якість насінневої картоплі в умовах зрошення на дерново-підзолистих ґрунтах Південного Полісся УРСР. *Картоплярство: Зб. наук. праць*, 12-15.
177. Вожегова, Р. А., Лавриненко, Ю. О., Балашова, Г. С., Черниченко, І. І., Черниченко, О. О., Юзюк, С. М. (2015). *Вирощування картоплі за краплинного зрошення*. Херсон: Гринь Д. С.
178. Potato grower. (2010). *Foliar Fertilization. Can potato growers benefit?* Взято з <http://www.potatogrower.com/2010/12/foliar-fertilization>.
179. Писаренко, В. А., & Головацький, О. І. (2005). Ефективність способів поливу сільськогосподарських культур на півдні України. *Зрошуване землеробство*, 21-25.
180. Дзюбенко, Б. В. (1976). *Капельное орошение в США*. ГиМ.
181. Щоткін, В. М. (2001). Крапельні системи – найбільш прогресивний спосіб зрошення. *Пропозиція*, 6, 48-50.
182. Кисляченко, М. Ф. (2014). Ефективність крапельного зрошення картоплі та овочевих культур в Україні. *Продуктивність*

*агропромислового виробництва. економічні науки*, 25, 102-107. Взято з [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pav\\_2014\\_25\\_18](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pav_2014_25_18).

183. Корюненко, В. М., & Матвієць, О. Г. (2004). Краплинне зрошення – основа агротехнологій ХХІ століття. *Панорама*, 14(9288), 8.

184. Молянов, В. Д., & Моисеев, М. Ю. (2003). Капельное орошение на картофельных полях. *Картофель и овощи*, 1, 24-25.

185. Капелюха, Т. А. (2009). *Обгрунтування елементів технології краплинного зрошення картоплі весняного та літнього садіння в умовах Степу України*. (автореф. дис. 1964канд. с.-г. наук: 06.01.02). УААН, Ін-т гідротехніки і меліорації, Київ.

186. Карманов, С. Н. (1964). Влияние полива на урожайность картофеля и эффективность удобрений. *Тр. НИИКХ*, 3, 45-50.

187. Ромащенко, М. І., Корюненко, В. М., & Плотнікова, Т. А. (2006). Деякі аспекти вирощування двоврожайної культури картоплі при краплинному зрошенні. *Хімія, Агрономія, Сервіс*, 21, 10-11.

188. Ромащенко, М. І. (2004). Стан і перспективи розвитку крапельного зрошення для інтенсифікації садівництва і овочівництва. *Агроогляд*, 12(39), 21-23.

189. Ромащенко, М. І., & Плотнікова, Т. А. (2006). Технологія вирощування картоплі в умовах зрошення. *Хімія, Агрономія, Сервіс*. 9-10, 21-22.

190. Ивенин, В., Ивенин, А. В., & Тихонов, П. (2012). Воздлывание картофеля на капельном поливе: влияние на его пораженность болезнями и величину урожая. *Агроном : науково-виробничий журнал*, 1, 162-163.

191. Шуравилин, А. В., Сурикова, Т. И., & Табук, М. А. (2013). Водопотребление картофеля при капельном орошении на легких суглинистых почвах Омана. *Мелиорация и водное хозяйство*, 5, 15-17.

192. Ромащенко, М., Шатковский, А., Капелюха, Т., Яцюк, З., Барлетов, Е., Сметана, П. (2011). *Научные публикации лаборатории систем микроорошения ИВПиМ НААНУ: Водопотребление и*

*урожайность картофеля весенней посадки при капельном орошении*. Київ: ИВПиМ НААНУ.

193. Сергеев, К. (2011). Преимущество капельного орошения. *Техника и оборудование для села*, 7, 15-17.

194. Шатковский, А., & Шатковская, Е. (). *Экологические аспекты применения технологий капельного орошения и вопросы качества продукции*. Взято з <http://irrigation.org.ua/?p=785>.

195. Ясодини, О. Е., & Галиняк, Ф. М. (1985). Капельное орошение. *Картофель и овощи*, 1, 26-28.

196. Зволинский, В. П. (2011). Капельное орошение: достоинство и проблемы. *Техника и оборудование для села*, 9, 12-14.

197. Ивенин, В. В., Ивенин, А. В., Николаев, А. П.? & Тихонов, С. П. (2011). Капельный полив при выращивании картофеля. *Инновационные технологии в АПК Евро-Северо-Востока РФ, сб. науч тр*, с. 226-240.

198. Гуйда, А. Н. (2004). Капельное орошение в овощеводстве фермеров Кубани. *Техника и оборудование для села*, 2, 29-30.

199. Сташук, В. А. (Ред.). (2011). *Управління еколого-безпечними, водозберігаючими та економічно-обґрунтованими режимами зрошення у різних еколого-агроекологічних умовах Південного Степу України*. Херсон: Гринь Д. С.

200. Sermet Ondera, Mehmet Emin Caliskanb, Derya Ondera, & Sevgi Caliskanb. (2005). Different irrigation methods and water stress effects on potato yield and yield components. *Agricultural Water Management*, 73(1), 73-86.

Взято

з

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378377404002720>.

201. Коковіхін, С. В., Головацький, О. І. (2009). Вплив способів поливу на водоспоживання та продуктивність сої і картоплі в умовах південного степу України. *Зрошуване землеробство: міжв. тем. наук. зб*, 52, 107-114.

202.Балашова, Г. С., & Юзюк, С. М. (2016). Ріст та розвиток картоплі на краплинному зрошенні за різних способів внесення добрив в умовах Південного Степу. *Зрошуване землеробство*, 65, 26-29.

203.Лавриненко, Ю. О., Балашова, Г. С., & Юзюк, С. М. (2016). Продуктивність картоплі за краплинного зрошення в умовах півдня України. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України : електрон. наук. фаховий журнал*, 6. Взято з <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/7547>

204.Балашова Г. С., Юзюк С. Н. Использование капельного орошения для выращивания картофеля в условиях юга Украины. *Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: научно–практ. журнал ФГБНУ «РосНИИППМ»*. Новочеркасск, 2016. Вып. № 3(63). С. 119–123. (Автором дисертації проведено польові дослідження, отримано експериментальні данні, аналіз літературних джерел, підготовлено статтю до друку).

205.Балашова, Г. С., & Юзюк, С. М. (2016). Продуктивність картоплі на півдні України залежно від умов зволоження та способів внесення добрив за краплинного зрошення. *Таврійський науковий вісник*, 96, 10-16.

206.Балашова, Г. С., & Юзюк, С. М. (2016). Формування врожаю картоплі на півдні України за краплинного зрошення. *Зрошуване землеробство*, 66, 124-127.

207.Балашова, Г. С., Черниченко, І. І., & Юзюк, С. М. (2018). Фотосинтетична діяльність рослин картоплі за вирощування на краплинному зрошенні в умовах півдня України. *Таврійський науковий вісник*, 100, 236-242.

208.Юзюк, С. М. (2013). *Основні аспекти продуктивного вирощування картоплі в Степу України*, Тези доп. міжн. наук.-практ. конф., Ефективне ведення землеробства в Степу України. Херсон: ІЗЗ.

209. Юзюк, С. М. (2014). *Особливості вирощування картоплі на півдні України*, Тези доп. міжн. наук.-практ. конф., Удосконалення системи

землеробства на зрошуваних землях та удосконалення технологій вирощування сільськогосподарських культур, Херсон: ІЗЗ.

210. Юзюк, С. М. (2014). *Оптимізація технологічного процесу отримання продовольчої картоплі за умов краплинного зрошення в степу України*, тези доп. II наук.-практич. конф., Краплинне зрошення як основна складова інтенсивних агротехнологій XXI століття. Київ: ТОВ "ДІА".

211. Юзюк, С. М. (2015). *Вирощування продовольчої картоплі на краплинному зрошенні в умовах Південного Степу*, тези доп. міжн. наук.-практ. конф., Актуальні питання ведення землеробства в умовах змін клімату. Херсон: ІЗЗ.

212. Юзюк, С. М. (2015). *Засади ефективного вирощування продовольчої картоплі в умовах Південного Степу*, Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених. Херсон: ІЗЗ.

213. Юзюк, С. Н. (2016). *Выращивание картофеля на капельном орошении в условиях Юга Украины*, тезисы докл. междунар. научн.-практ. интернет-конф., Современное экономическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования. Прикаспийский науч.-исслед. инст. аридного земледелия, 3, 2227-2228. Взято з <http://pniiaz.ru/konf2016>.

214. Балашова, Г. С., & Юзюк, С. М. (2016). *Продуктивність картоплі на краплинному зрошенні в умовах Південного Степу*, тези доп. міжнарод. наук.-практ. конф., Інноваційні розробки молоді – сучасному землеробству. Херсон: ІЗЗ.

215. Юзюк, С. Н. (2017). *Особенности выращивания картофеля на капельном орошении в условиях Южной Степи Украины*, матер. международ. научно-практ. конф. молодых ученых, Молодёжь и инновации. Горки (Беларусь): БГСХА.

216. Балашова, Г. С., & Юзюк, С. М. (2017). *Економічна ефективність вирощування картоплі за краплинного зрошення на півдні України*. матеріали міжн. наук.-практ. конф. молодих вчених, Інноваційні розробки молоді – агропромислового виробництва. Херсон: ІЗЗ.

217. Yuzyuk, S. N., & Balashova, G. S. (2017). *Efficiency of fertilizer application in a variety of moisture conditions at potato cultivation in southern Ukraine*, Proceedings of X International scientific conference “Scientific thought transformation”. Morrisville: Lulu Press.

218. Балашова, Г. С., & Юзюк, С. Н. (2017). *Прийоми вирощування картофеля на капельном орошении в степи Украины*, матер. междунар. науч.-практ. конф. молод. ученых, Инновационные подходы и перспективные идеи молодых ученых в аграрной науке. Кайнар (Республика Казахстан).

219. Юзюк, С. М. (2017). *Продуктивність картоплі на краплинному зрошенні за різних умов зволоження та способів удобрення на півдні України*, матеріали доповідей всеукраїнської. наук.-практ. агроекологічної конф., Перлини степового краю. Миколаїв: МНАУ.

220. Балашова, Г. С., & Юзюк, С. М. (2018). *Формування асиміляційної поверхні рослин картоплі за краплинного зрошення у Південному Степу України*, матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених Новітні технології вирощування сільськогосподарських культур. Київ: ІБКіЦБ НААН.

221. Котов, Б. С., & Балашова, Г. С., Юзюк, С. М. (2018). *Динаміка накопичення врожаю картоплі сортів різних груп стиглості за двоврожайної культури в умовах зрошення на Півдні України*, матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених, Новітні технології вирощування сільськогосподарських культур. Київ: ІБКіЦБ НААН.

222. Юзюк, С. М. (2018). *Формування фотосинтетичного потенціалу рослин картоплі за краплинного зрошення у Південному Степу*



України, тези доп. міжн. наук.-практ. конф., Іноваційні розробки молоді – сучасному землеробству. Херсон: ІЗЗ.

223. Вожегова, Р. А., Лавриненко, Ю. О., Балашова, Г. С., Черниченко, І. І., Черниченко, О. О., Котова, О. І., & Юзюк, С. М., Полякова, К. О. (2015). *Відтворення оздоровленого вихідного матеріалу картоплі в розсадниках первинного насінництва в умовах зрошення півдня України : науково-практичні рекомендації*. Херсон: Грінь Д. С.

224. Вожегова, Р. А., Лавриненко, Ю. О., Балашова, Г.С., Черниченко, І. І., Черниченко, О. О., & Юзюк, С.М. (2015). *Вирощування картоплі за краплинного зрошення: науково-практичні рекомендації*. Херсон: Ін-т зрош. землероб.

225. Вожегова, Р. А., Лавриненко, Ю. О., Балашова, Г. С., Черниченко, І. І., Черниченко, О. О., Юзюк, С. М., & Юзюк, О. О., Котов, Б. С. (2018). *Особливості вирощування картоплі на півдні України за умов зрошення*. Херсон: Олді-плюс.

226. Балашова, Г. С., & Юзюк, С. М. (2017). Прийоми вирощування оздоровленого вихідного матеріалу картоплі в умовах зрошення на півдні України. *Аграрна наука – виробництву: науково-інформаційний бюлетень завершених наукових розробок*, 1, 14.

227. Ушакова, Т. В., Владимиров, О. Г., Баскакова, Е. П. & Булатова, З. В. (1958). *Агроклиматический справочник по Херсонской области*. Л.: Гидрометеиздат.

228. Осипчук, А. А., Кравченко, О. А., Захарчук, Н. А., Купріянова, Т. М., Вожегова, Р. А., Балашова, Г. С. ... Черниченко, О. О. (2012). *Сорти картоплі в умовах зрошення Південного Степу України*. Київ: ТОВ «КВІЦ».

229. Горянский, М. М. (1970). *Методика полевых опытов на орошаемых землях*. Київ: Урожай.

230. Доспехов, Б. А. (1985). *Методика полевого опыта*. Москва: Агропроиздат.

231. Куценко, В. С., Осипчук, А. А., & Подгаєцький, А. А. (2002). *Методичні рекомендації щодо проведення досліджень з картоплею*. Немішаєве: Ін-т картоплярства.

232. Остапов, В. И., Лактионов, Б. И., & Писаренко, В. А. (1985). *Методические рекомендации по проведению полевых опытов в условиях УССР*. Днепропетровск: Облиздат.

233. Стандартиформ. (2006). ГОСТ 28268-89 *Почвы. Методы определения влажности, максимальной гигроскопической влажности и влажности устойчивого завядания растений*. Москва: Стандартиформ.

234. Минздрав СССР. (1988). СанПиН 42-128-4433-87. *Определение влажности грунта методом высушивания до постоянной массы*. Москва: Минздрав СССР.

235. Ромащенко, В. М., Корюненко, М. М. & Муромцев М. І. (2012). *Рекомендації з оперативного контролю та управління режимом зрошення сільськогосподарських культур із застосуванням тензіометричного методу*. Київ.

236. Держстандарт України. (2001). ДСТУ 4013-2001. *Сортові та посівні якості картоплі насінної. Технічні умови*. Київ.

237. Ушкаренко, В. О., Нікіщенко, В. Л., Голобородько, С. П. & Коковіхін, С. В. (2008). *Дисперсійний і кореляційний аналіз у землеробстві та рослинництві*. Херсон: Айлант.

238. Жуйков, Г. Є., & Димов, О. М. (2004). *Нормативи витрат матеріально-технічних ресурсів при вирощуванні основних зернових культур*. Херсон: Айлант.

239. Болотских, О. С. & Довгаль, М. М. (1999). *Методика біоенергетичної оцінки технології в овочівництві*. Херсон: ХДАУ ім. В. В. Докучаєва.

240. Ромащенко, М. І., Доценко, В. І., Онопрієнко, Д. М. & Шевелев, О. В. (Ред.). (2007). *Системи краплинного зрошення*. Дніпропетровськ.

241. Жовтоног, О. І., Ковальчук, П. І., & Писаренко, В. А. (2004). *Методичні рекомендації з оперативного планування режимів зрошення*. Київ: ІГіМ УААН.
242. Штойко, Д. А. (1975). *Методические указания по применению биофизического метода эффективных запасов влаги в почве и сроков полива сельскохозяйственных культур*. Херсон.
243. Топчій, В. М., Гадзало, Я. М., Заришняк, А. С., Камінський, В. Ф., Пилипенко, Л. А., Паливода, О. М. ... Онуфран, Л. І. (2017). *Інновації у виробництво. Особливості вирощування сільськогосподарських культур в Південному Степу України в 2017 році*. Херсон: Грінь Д. С.
244. Коваленко П. І. (Ред.). (2001). *Сучасний стан, основні проблеми водних меліорацій та шляхи їх вирішення*. Київ: Аграрна наука.
245. Колпаков, В. В., & Сухарев, И. П. (1981). *Сельскохозяйственные мелиорации*. Москва: Колос.
246. Тимофеев, В. Ф. (1982). *Мелиорация сельскохозяйственных земель*. Москва: Колос.
247. Носатовский, А. И. (1965). *Пшеница*. Москва: Колос.
248. Ничипорович, А. А., Строганова, Л. Е., & Власова, М. П. (1969). *Фотосинтетическая деятельность растений в посевах*. Москва: АН СССР.
249. Пруцков, Ф. М. (1982). *Повышение урожайности зерновых культур*. Москва: Россельхозиздат.
250. Кучко, А. А., Власенко, М. Ю., & Мицько, В. М. (1998). *Фізіологія та біохімія картоплі*. Київ: Довіра.
251. Зінченко, О. І., Салатенко, В. Н., & Білоножко, М. А. (2001). *Рослинництво*. Київ: Аграрна освіта.
252. Семенченко, О. Л., & Даніліна, А. С. (2012). Вплив доз і способів внесення мінеральних добрив на врожайність картоплі ранньої. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони*, 3, 78-80. Взято з [http://nbuv.gov.ua/UJRN/bisg\\_2012\\_3\\_23](http://nbuv.gov.ua/UJRN/bisg_2012_3_23).

253. Ромащенко, М. І. & Шатковський, А. П., Інститут водних проблем і меліорації НААН України (ІВПіМ). (2015). Тенденції розвитку системи краплинного зрошення. *Журнал*, 2, 35-41.

254. Медведовський, О. К., & Іваненко, П. І. (1988). *Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві*. Київ: Урожай.

255. Тараріко, Ю. О., Несмашна, О. С., & Глущенко, Л. Д. (2001). *Методичні рекомендації. Енергетична оцінка систем землеробства і технологій вирощування сільськогосподарських культур*. Київ: Нора-Принт.

Акт № 1 від 10.08.2016 р.

Про впровадження результатів ПНД "Картоплярство" Інституту зрошувального землеробства НААН України по завданню 18.00.03.17 П «Розробити сучасні підходи ефективного ведення насінництва з використанням методів біотехнології та оптимізувати технологію вирощування насіннєвої і продовольчої картоплі за двоврожайної культури в умовах зрошення Степу України», № д.р. 0114U000034 за темою «Продуктивність картоплі за різних умов зволоження та способів удобрення при краплинному зрошенні в Південному Степу» у 2016 р.

Назва розробки	Технічна характеристика роботи	Місце та об'єм впровадження	Економічна ефективність
Технологічні прийоми вирощування картоплі на краплинному зрошенні в умовах півдня України	Для виробництва продовольчої картоплі за весняного садіння потрібно проводити локальне внесення мінеральних добрив у дозі N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> та підтримувати диференційовано за періодами росту та розвитку рослин передполивну вологість ґрунту на рівні 80-80-70% НВ у розрахунковому шарі 0-60 см.	ФОП "Коновальчук", с. М. Каховка, Каховський р-н, Херсонська обл. 5,0 га	Застосування розробки забезпечило підвищення продуктивності картоплі весняного садіння на 20% та рентабельності виробництва на 28%. Отримано додатковий прибуток – 19,5 тис. грн/га.

Даний акт у фінансових операціях у часті не має

ФОП "Коновальчук"

Коновальчук Ю.С.





АКТ №4 від 05.09.2017р  
про впровадження

результатів

ФГ "Чернохатово" Інституту зрощуваного землеробства НААН України по  
завданню від 03.03.17 " Розробити програму ефективного ведення насаджень  
Складовими етапами методів селекційної та агрикультурної технології вирощування  
насаджень і продуктивної картоплі за допомогою кліматури в умовах зрощеного степу  
України" № д.р. від 14.08.2017 за темою "Продуктивність картоплі на крапчастому  
Земельні з різних умов зрощення та способів удобрення на півдні України" у 2017р.

Назва розробки	Технічна характеристика роботи	Місце та об'єм впровадження	Економічна ефективність
Вирощування картоплі за весняного садіння в умовах півдня України на крапчастому Земельні	Для вирощування картоплі весняного садіння потрібно вирощувати культуру за крапчастого поливу з підтриманням вологості 25% у середньому 0,6 м за фазою росту і розвитку рослин; способи зрощення будуть такі - 4-вітіння 4-вітіння - 4-вітіння на рівні 80-80-70% НВ. На заготовку матеріалу внесене при садінні мінеральних добрив 4 ддг, №0Р60К60	ФГ "Чернохатово", с. Українка, Вітовський р-н, Миколаївська обл.  Ц, О, Л	Застосування розробки забезпечило підвищення продуктивності картоплі весняного садіння на 13% та рентабельності 15%. Отримано додатковий прибуток 22,4 тис. грн/га

Даний акт у фінансових операціях участі не має.



Голова ФГ "Чернохатово" *Чернохатово* Чернохатов В.Л.

Схема закладки системы краплинного зрошення

